

Tesis doctoral
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
Departamento de Historia contemporánea

**LOS INGENIEROS EN ESPAÑA Y EN EL IMPERIO OTOMANOS EN EL SIGLO XIX
UNA HISTORIA COMPARADA**

Darina Martykánová

Director de tesis: Juan Luis Pan-Montojo González

2010

A Miguel, por estar siempre a mi lado

Agradecimientos:

Este trabajo me ha brindado la oportunidad de darme cuenta de que la República de las Letras es mi patria soñada.

En primer lugar, quisiera dar las gracias a mi director de tesis, Juan Pan-Montojo. Desde el inicio me ha animado a aventurarme en la comparación, aún sabiendo que esto suponía el adentrarme en un campo que no había explorado, el de la historia de España. Al mismo tiempo, me ha apoyado en mi vocación otomanista, contra viento y marea. Durante todo el proceso de la investigación y de la escritura me ha guiado, ha debatido conmigo cada aspecto de este trabajo y más allá, se ha leído un número infinito de versiones. Le agradezco esta mezcla ideal de tutela y libertad, además de su amistad.

Irina Gouzévitch e Iwan d'Aprile han aceptado evaluar esta tesis en la fase previa a la defensa. Irina Gouzévitch me ha aportado valiosos consejos que me han hecho posible mejorar el resultado final. Iwan d'Aprile me ha proporcionado condiciones ideales en la Universidad de Potsdam para que pudiera terminar este trabajo.

Feza Günergun y Meltem Akbaş me han ayudado a descubrir el campo de la historia de la ciencia otomana. Si esta tesis ha podido proporcionar algunos enfoques originales sobre la historia de los ingenieros otomanos, es gracias a la gran cantidad de documentos, libros y artículos que han compartido conmigo. Además, Meltem Akbaş me ha acogido en su casa durante mis estancias en Estambul, y sobre la mesa de té me ha enseñado lo que es el tratamiento riguroso de las fuentes otomanas y me ha ayudado a refinar mis planteamientos. De este proceso hemos emergido no solamente como amigas, sino también como colaboradoras, coautoras de varias ponencias.

Si al leer esta tesis se aprecia que he tenido en mente lectores no especialistas, tengo que agradecerlo ante todo al proyecto CLIOHRES.net, coordinado por Katherine Isaacs, en el que he aprendido a esforzarme por comunicar los resultados de mi investigación más allá del estrecho círculo de especialistas.

Irina Gouzévitch y Kostas Chatzis me han ayudado a adentrarme en la historia de la ingeniería y han estado dispuestos a leerse los productos de mi esfuerzo en este sentido.

Los compañeros y amigos de la UAM no sólo me acogieron con los brazos abiertos cuando hace ocho años desembarqué en el Departamento de Historia Contemporánea, sino que me han apoyado y animado a lo largo del proceso. Carmen de la Guardia, Manuel Pérez Ledesma, Juan Pro Ruiz y Jesús Izquierdo Martín siempre han mostrado gran interés en mi trabajo y me han animado a seguir. Mis compañeros y amigos Patricia Arroyo, Florencia Peyrou, Juan Luis Simal y Saúl Martínez no solamente han compartido conmigo sus reflexiones, sino que se han leído algunos de mis textos y me han aportado sugerencias de gran valor. Con su erudición y con su amabilidad, James Amelang, ha sido una fuente de inspiración.

Nunca habría empezado este trabajo si no fuera por la formación otomanista y teórica que me han proporcionado mi directora del proyecto de fin de carrera Jitka Malečková y la profesora visitante Suraiya Faroqhi en el Instituto de Oriente Próximo y África de la Universidad Carolina de Praga. También quisiera agradecer a otros historiadores de mi alma mater, sobre todo a Lud'a Klusáková y a Miroslav Hroch, sus consejos en cuanto a algunos aspectos teóricos de este trabajo.

Mis padres, mis suegros y Anna Kotková, mi hermana por elección, se merecen mi agradecimiento por su apoyo e infinita paciencia.

Miguel se lo merece todo. Por eso esta tesis está dedicada a él.

LA AUTORA DE ESTA TESIS DOCTORAL HA PODIDO REALIZAR EL TRABAJO GRACIAS A LA BECA FPU DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE ESPAÑA (2005-2009).

ÍNDICE

Introducción	9
Parte I: Los ingenieros en España	45
1. Los ingenieros y el cambio político	45
La guerra y el fomento: de la Ilustración a la década moderada.....	46
El régimen liberal: la consolidación y la expansión de la ingeniería.....	64
Entre la reforma y la revolución.....	80
Orden y Regeneración: los ingenieros de la Restauración.....	91
2. La formación de los ingenieros	105
¿Esferas separadas, conocimientos semejantes?.....	106
La consolidación y las transformaciones.....	124
Enseñanza: los contenidos, las fuentes, los hombres.....	151
3. Identidades y Discurso	171
“Nosotros, los hijos del Progreso y de la Civilización”.....	171
Las palabras de la ciencia útil.....	195
4. El desempeño profesional	223
Al servicio del Estado.....	223
Los ingenieros españoles y extranjeros en el sector privado.....	257
Los ingenieros y la circulación del conocimiento.....	268
Parte II: Engineers in the Ottoman Empire	279
5. Engineers and Political Change	283
Between War and Science.....	281
Expansion of the Administration, Growth of Foreign Intervention.....	300
A Closely Watched Modernization: the reign of Abdülhamid II.....	321
Engineers in the Time of Unity and Progress.....	337
6. Education of Engineers	349
Military Training, Scientific Knowledge.....	350
Education: models, contents, men.....	360
Other Paths to Expertise.....	388
7. Identities and Discourse	397
Identities in Motion.....	399
Tools of Reform, Voices of Science.....	422
8. Work of Engineers	441
Engineers and the State.....	442
The Ottoman Empire, a Land of Opportunities.....	467
9. Capítulo comparativo: A las dos orillas del Mediterráneo: los ingenieros españoles y otomanos desde una perspectiva comparativa	481
El papel del Estado.....	481
Los ingenieros y la circulación de conocimientos.....	491
La figura del ingeniero y los pilares de la legitimidad profesional.....	499
A modo de síntesis: la cuestión de los modelos.....	506
Conclusiones	515
Fuentes y bibliografía	541
Anexo	587

Introducción

El pueblo que se aísla se estaciona y descompone. Por eso todos los países civilizados toman parte en ese movimiento de relación científica internacional, incluyendo en el número de los que en ella han entrado, no sólo los pequeños estados europeos, sino las naciones que parecen apartadas de la vida moderna, como China, y aún la misma Turquía, cuya colonia de estudiantes en Alemania es cuatro veces mayor que la española, antepenúltima entre todas las europeas, ya que son sólo inferiores a ella en número Portugal y Montenegro.¹

Del decreto fundacional de la Junta para Ampliación de Estudios (1907)

En el siglo XVIII las monarquías europeas, incluidas la española y la otomana, empezaron a desarrollar políticas de nuevo cuño, orientadas tanto a fortalecer su posición internacional y asegurar el mantenimiento de sus posesiones, como a aumentar el control del territorio. Las primeras reformas se centraron, generalmente, en aumentar la eficacia de los ejércitos y en reforzar las defensas. Sin embargo, tarde o temprano, las élites gobernantes llegaron a la conclusión de que sólo una intervención más amplia que permitiera una mayor movilización de recursos, podía garantizar la preservación de sus dominios frente a las demás potencias. Esta conclusión enlazaba con una nueva visión del poder, interiorizada por un número creciente de servidores del monarca, según la cual las autoridades debían encargarse de fomentar los recursos del país y el bienestar de los súbditos.² En este contexto, la mejora de los ejércitos empezó a verse acompañada por transformaciones más allá de lo militar. Las tendencias intervencionistas se plasmaron en la creación –discontinua y con retrocesos– de un aparato administrativo dirigido a establecer un control directo sobre el territorio y a implementar eficazmente las reformas definidas desde el centro. En el siglo XIX, estas innovaciones desembocaron en la formación del Estado: un aparato administrativo insertado en un nuevo marco jurídico, que servía como herramienta de intervención, de homogeneización y de transformación territorial y social.³ La formación del Estado fue

¹ El Decreto Fundacional de la Junta para Ampliación de Estudios (1907), citado en José Manuel Sánchez Ron, “La física en España durante el primer tercio del siglo XX”, en José Manuel Sánchez Ron (ed.), *Ciencia y sociedad en España*, El Arquero/CSIC, Madrid, 1988, 293-294.

² Pablo Fernández Albadalejo, “La Monarquía de los Borbones” en *Carlos III y la Ilustración*, Madrid, Ministerio de Cultura, 1989, 1-89 y “Monarquía ilustrada y haciendas locales en la segunda mitad del siglo XVIII” en Miguel Artola y Luis María Bilbao (coord.), *Estudios de hacienda: de Ensenada a Mon*, Madrid, Instituto de Estudios Fiscales, 1984, 157-173; Patrice Bret, *L'État, l'armée, la science. L'invention de la recherche publique en France (1763-1830)*, Rennes, PUR, 2002; Janis Langins, *Conserving the Enlightenment, French Military Engineering from Vauban to the Revolution*, MIT Press, 2004; Stanford J. Shaw, *Between Old and New. The Ottoman Empire under Sultan Selim III, 1789-1807*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1971; Selim Deringil, *The Well-Protected Domain, Ideology and the Legitimation of Power in the Ottoman Empire, 1876-1909*, I.B.Tauris, Londres-Nueva York, 1998.

³ Max Weber, *¿Qué es la burocracia?*, Buenos Aires, La Pléyade, 1977 y *Economía y Sociedad. Esbozo de sociología comprensiva*, Fondo de Cultura Económica, Madrid, 2002. Para el debate sobre las transformaciones del

acompañada por un cambio radical de la relación entre el soberano y el pueblo y por el surgimiento de las ideas constitucionalistas que situaban un nuevo concepto, el de soberanía de la nación, como la base legitimadora del poder.

El siglo XIX es, a su vez, el tiempo de la consagración social de los nuevos grupos profesionales, casi exclusivamente masculinos. Hombres al servicio del Estado o profesionales liberales, estas personas llegaron a basar su identidad individual y colectiva en el dominio de un conocimiento adquirido a través de la educación especializada.⁴ Como tales, constituían un grupo social particular que destacaba por el hecho de que su posición se justificaba, al menos en teoría, por el mérito individual de cada uno de sus miembros. Durante siglos, los ingenieros habían derivado su legitimidad socio-profesional del hecho de ejercer como tales al servicio del soberano y de otros dignatarios o particulares. La institucionalización de la educación formal supuso, no obstante, la redefinición en la gran parte del continente europeo de los fundamentos sobre los que construían los ingenieros su legitimidad socio-profesional. Al convertirse el conocimiento especializado -certificado por instituciones educativas o asociaciones profesionales- en el fundamento de esa legitimidad, los ingenieros obtuvieron una mayor autonomía a nivel simbólico frente a quienes demandaban sus servicios, fueran las autoridades o los particulares. De esta forma, la ingeniería llegó a constituirse como profesión moderna y los ingenieros se integraron en las élites socio-profesionales.⁵

Desde la Ilustración, las ciencias y el desarrollo tecnológico fueron percibidos como factores clave del progreso y se establecieron también como criterios de evaluación del grado de “civilización” de los países. De este modo no resulta sorprendente el aumento del prestigio de las personas que definieron su práctica dentro del marco de la ciencia. Por otra parte, al estar insertos

poder y la formación del Estado en el Imperio Otomano, véase la aportación clave de Rifaat Ali Abou el-Haj El autor describe los cambios históricos del concepto del estado (devlet) y llama la atención a que este concepto no debe evocar automáticamente una visión del aparato administrativo intervencionista tal como aparece en el siglo XIX. Rifaat Ali Abou-El-Haj, *Formation of the Modern State: The Ottoman Empire, Sixteenth to Eighteenth Century*, SUNY, Albany, 1991.

⁴ Maria Malatesta, *Professionisti e gentiluomini. Storia delle professioni nell'Europa contemporanea*, Turin, Biblioteca Einaudi, 2006; Eliot Friedson, *Professional Powers. A Study of the Institutionalization of Formal Knowledge*, The University of Chicago Press, Chicago/Londres, 1986.

⁵ El tema de la formación de los ingenieros y de su importancia decisiva tanto para su identidad de experto/profesional, como para su reconocimiento social, ha sido tratado en un gran número de trabajos. En primer lugar quisiera apoyarme en la categoría de sociedades credenciales, en las que el conocimiento certificado supone una fuente de legitimidad tanto profesional, como social. Véase Randal Collins, *The Credential Society. An Historical Sociology of Education and Stratification*, Academic Press, Orlando, 1979. En cuanto al área específica de la historia de la ingeniería, el tema de la formación ha sido uno de los más estudiados. Véanse por ejemplo: Antoine Picon, *L'invention de l'ingénieur moderne. L'École de Ponts et Chaussées 1747-1851*, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, París, 1992; Jonathan Harwood: “Engineering Education between Science and Practice: Rethinking the Historiography”, *History and Technology*, 22, (1, 2006), 53-79. Bruno Belhoste, Amy Dahan Dalmedico y Antoine Picon (eds.), *La formation polytechnicienne, 1794-1994*, Dunod, París, 1994. Göran Ahlström, “Higher Technical Education and the Engineering Profession in France and Germany during the Nineteenth Century: A Study on Technological Change and Industrial Performance”, *Economy and History*, 2 (1977), 51-88. Hans-Joachim Braun, “Technological Education and Technological Style in German Mechanical Engineering, 1850-1914,” en Melvin Kranzberg (ed.), *Technological Education-Technological Style*, San Francisco Press, San Francisco, 1986, 33-40.

en las estructuras administrativas de nueva creación, los ingenieros se beneficiaron directamente de la expansión de las políticas intervencionistas llevadas a cabo por las administraciones decimonónicas. De este modo, llegaron a manejar un presupuesto importante, a supervisar la inversión privada en las obras públicas y a transformar el territorio según los criterios de la gobernabilidad moderna, fuera al servicio del Estado o de compañías privadas. Estrechamente vinculados con el Estado, sobre todo en el continente europeo, y a la vez insertos en las redes transnacionales de conocimiento, los ingenieros acabaron estableciéndose como grupo(s) con su identidad particular, con sus intereses y con sus aspiraciones.⁶

Este trabajo examina la configuración de la ingeniería moderna desde una perspectiva comparativa. Tal como acabo de esbozar, la figura del ingeniero, que cuenta con una historia de muchos siglos, sufrió una redefinición radical durante el largo siglo XIX en interacción con las dinámicas de la construcción del Estado, con el proceso de la industrialización y con la transformación de las relaciones económicas hacia la lógica capitalista.⁷ Como bien apunta Elisabeth Longuenesse, los ingenieros eran a la vez agentes y producto de estos cambios.⁸ He decidido adoptar la perspectiva comparativa para interpretar los rasgos de la configuración de la profesión de ingeniero en dos países: en España y en el Imperio Otomano. Esta puesta en paralelo permite apreciar las diferencias y las semejanzas entre dos versiones de lo que considero el mismo proceso. Frente al análisis de un solo caso, la comparación tiene la ventaja de impedir -o, al menos,

⁶ Harry W. Paul, *From knowledge to power: the rise of the science empire in France, 1860-1939*, Cambridge University Press, Cambridge, 1985; Ana Cardoso de Matos, Maria Paula de Diogo, Irina Gouzévitch y André Grelon (eds.), *The Quest for a Professional Identity: Engineers between Training and Action/Les enjeux identitaires des ingénieurs: entre la formation et l'action/Jogos de identidade: os engheneiros, a formação e a acção*, Colibri/CIDEHUS/CIUHCT, 2009. André Grelon, "Les ingénieurs, la culture technique et l'éthique: une évolution historique", *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 3 (1999), 83-100. Bruno Belhoste, *La formation d'une technocratie: L'École Polytechnique et ses élèves de la Révolution au Second Empire*, Berlin, París, 2003; Bruno Belhoste y Konstantinos Chatzis, "From Technical Corps to Technocratic Power: French State Engineers and Their Professional and Cultural Universe in the First Half of the 19th Century", *History and Technology*, vol.23, núm.3, 2007, 209-225. Terry Shinn, "From Corps to Profession": The Emergence and Definition of Industrial Engineering in Modern France", en Robert Fox and George Weisz (eds.), *The Organisation of Science and Technology in France, 1808-1914*, Paris/Cambridge: Maison des Sciences de l'Homme and Cambridge University Press, 1980, pp.183-208; André Grelon, "Emergence and growth of the engineering profession in Europe in the 19th and early 20th centuries", Philippe Goujon y Bertrand Hériard-Dubreuil (eds.), *Technology and Ethics. A European Quest for Responsible Engineering*, Peeters, Leuven, 2001, 75-79. André Grelon "Le poids de l'histoire : l'héritage de l'ingénieur contemporain" en Caroline Lanciano, Marc Maurice, Jean-Jacques Sylvestre y Hiroatsu Nohara (eds.), *Acteurs de l'innovation et l'entreprise. France, Europe, Japon*, L'Harmattan, Coll. Dynamis, París, 1998, 201-216. Wolfgang König, "Science and Practice: Key Categories for the Professionalization of German Engineers", en Melvin Kranzberg (ed.), *Technological Education-Technological Style*, San Francisco Press, San Francisco, 1986, 41-47. Manuel Silva Suárez, "Sobre la institucionalización profesional y académica de las carreras técnicas civiles", en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en España. El Ochocientos. Profesiones e instituciones civiles*, vol. 4, Zaragoza, Real Academia de Ingeniería/Institución "Fernando el Católico"/Prensas Universitarias de Zaragoza, 9-79.

⁷ El término es del historiador marxista británico Eric Hobsbawm y la teoría del *largo siglo* está expuesta en sus tres libros: Eric Hobsbawm, *The Age of Revolution: Europe 1789-1848*, Londres, Weidenfeld and Nicolson, 1962; *The Age of Capital 1848-1875*, Charles Scribner's Sons, Nueva York, 1975; *The Age of Empire: 1875-1914*, Pantheon Books, Nueva York, 1987.

⁸ Elisabeth Longuenesse, "Introduction", en Elisabeth Longuenesse (ed.), *Bâtisseurs et Bureaucrats. Ingénieurs et Société au Maghreb et au Moyen Orient*, Maison d'Orient Méditerranéen, Lyon, 1990, 9. Sobre esta interacción teoriza desde una perspectiva comparativa Eda Kranakis, "Social Determinants of Engineering Practice: A Comparative View of France and America in the Nineteenth Century", *Social Studies of Science*, 19 (1989), 5-70.

de hacer más difícil- que el historiador caiga en la naturalización de los fenómenos y procesos analizados. De este modo se puede evitar la interpretación de que los rasgos adquiridos a lo largo de un proceso genético concreto sean los únicos posibles. La comparación también ayuda a apreciar mejor la manera en que los factores locales moldearon la figura del ingeniero.⁹

Dicha comparación tiene, sin embargo, ciertos peligros. En primer lugar está el riesgo de comparar con un modelo idealizado e interpretar las diferencias entre los casos en términos de aproximación a este modelo. De hecho, este riesgo existe también cuando se trata del estudio de un solo caso. En ocasiones nos encontramos con trabajos que implícitamente comparan la configuración de una profesión en un país periférico con la configuración de la misma profesión en un país hegemónico, interpretando las diferencias como desviaciones indeseables o como fracasos. Por lo tanto, a la hora de comparar, implícita o explícitamente, hay que tener en cuenta que tanto los retos a los que se enfrentaban los actores sociales, como los objetivos de su actuación podían ser distintos en cada caso. No se trata, sin embargo, de suspender el juicio: una vez se demuestra que fueron articuladas ciertas políticas, que fueron formulados objetivos concretos, el historiador puede evaluar el grado de éxito en su consecución.

Se ha criticado la perspectiva comparativa por encarcelar los fenómenos en el marco de los estados y volver así invisibles las dinámicas transnacionales.¹⁰ Sin embargo, estoy convencida de

⁹ Esta cuestión aparece estrechamente relacionada con las categorías analíticas utilizadas por los historiadores de la ingeniería. El hecho de que la ingeniería se configurara de maneras tan diversas ha fomentado la polisemia no solamente del concepto de *ingeniero*, sino también de categorías más específicas. Para el análisis pormenorizado de este asunto, véanse: Peter Lundgreen, "Engineering Education in Europe and in the USA, 1750-1930: the Rise to Dominance of Schools Culture and the Engineering Profession," *Annals of Science*, 47 (1990), 33-75. En castellano, este tema ha sido abordado por André Grelon e Irina Gouzévitch, "Reflexión sobre el ingeniero europeo en el siglo XIX", en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en España*, vol.4, *Pensamiento, profesiones y sociedad*, Real Academia de Ingeniería/Institución 'Fernando el Católico'/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2007, 273-274. Este debate resulta sumamente relevante para un trabajo como éste, que no solamente trata de dos países (España y el Imperio Otomano), sino que además está escrito en dos idiomas (el castellano y el inglés). Sopesando los distintos aspectos del problema, he decidido utilizar el término *ingeniero civil* en el sentido opuesto al de ingeniero militar. Es decir, la categoría del "ingeniero civil" incluirá tanto a los ingenieros-funcionarios del Estado, como a los profesionales liberales y empleados asalariados en el sector privado. Esta decisión se basa no solamente en el hecho de que este uso corresponde a la tradición historiográfica española, sino también en que los mismos ingenieros decimonónicos españoles utilizaban la categoría de *ingeniero civil* en este sentido, para diferenciarse de los militares, no para distinguir a los ingenieros del Estado de los que trabajaron en el sector privado, ni para definir a aquellos cuya especialidad eran las obras públicas. En principio, los términos utilizados en el contexto de la ingeniería otomana corresponden a esta manera de percibir las divisiones entre ingenieros, lo que apoyaría mi decisión. Por otra parte, debo reconocer que esta decisión crea un problema, ya que el texto sobre los ingenieros otomanos está en inglés. En ese idioma, "civil engineer" ha tenido generalmente un uso diferente: 1) se define en oposición a los ingenieros del rey o 2) se refiere a la especialización en las infraestructuras/obras públicas. Sin embargo, he optado por utilizar el término, especificando que me refiero al tercer uso posible – aquel que con mayor precisión podría definirse, según la apuesta de Lundgreen, como "civilian" engineer, es decir, un ingeniero no militar. Considero altamente significativo qué tipo de dicotomías se establecieron a lo largo de la época estudiada y he aspirado a reflejarlas usando sistemáticamente la división *ingenieros militares/ingenieros civiles* (military engineers/civil engineers) en este trabajo. Para distinguir entre los ingenieros-funcionarios y los ingenieros profesionales liberales (o asalariados), preciso su situación laboral o, en el caso español, su pertenencia o no a un cuerpo, tal como lo hacían los ingenieros de ambos países en aquella época.

¹⁰ Micol Seigel, "Beyond Compare: Comparative Method after the Transnational Turn", *Radical History Review*, 91 (winter 2005), 61-90; Sean Purdy, *A História Comparada o Desafio da Transnacionalidade*, a communication presented at Seventh Meeting of the ANPHLAC (Associação de Pesquisadores e Professores da História das Américas e o Caribe), PUC-Campinas, São Paulo, October 2006. Published on www.anphlac.org Pierre-Yves

que adoptar la perspectiva comparativa no implica necesariamente ignorar los aspectos transnacionales de la redefinición de la ingeniería durante el largo siglo XIX. Al contrario, sin impedir que estos aspectos sean apreciados según su propia importancia, la perspectiva comparativa permite determinar con mayor precisión cómo interactuaron las dinámicas transnacionales con las locales. En este sentido, resultan particularmente fructíferas las teorías que plantean la circulación de conocimientos y de modelos en términos de apropiación, resaltando el papel activo de los agentes locales en la transferencia y los efectos creativos, productivos, de la interacción entre lo transnacional y lo local.¹¹

La razón para optar por la comparación de dos estados y sociedades supuestamente incomparables como eran España y el Imperio Otomano en el largo siglo XIX estriba, en parte, precisamente en las diferencias culturales (incluidas las etno-religiosas), económicas y políticas entre estos dos países situados en orillas opuestas del Mediterráneo. La enormidad de las diferencias me facilitará la búsqueda de los rasgos comunes que caracterizaron la configuración de la ingeniería moderna a gran escala, por encima de las particularidades regionales. Mi investigación trata, entre otras cosas, de examinar la hipótesis de que existen ciertas características del proceso de la formación de las profesiones modernas, que son generalizadas, o mejor, que aparecen como fenómenos concomitantes con la transformación hacia un régimen de poder caracterizado por el discurso del progreso, por la configuración de los Estados-Nación y por la economía capitalista, prescindiendo de las condiciones locales específicas. Para este propósito, comparar la configuración de la ingeniería en marcos políticos y socio-culturales radicalmente distintos resulta particularmente apropiado.

Sin embargo, no se puede negar que se observan también ciertas similitudes entre las dos monarquías, la española y la otomana. Los dos países constituyen ejemplos de grandes imperios multiétnicos, multilingües y multiculturales en declive o, más exactamente, en proceso de transformación en múltiples Estados-Nación.¹² Los círculos del entorno de los gobernantes y una parte de las élites intelectuales en estos grandes imperios en crisis se vieron al margen del reparto del poder mundial y tuvieron que enfrentarse al problema de cómo afianzar la posición geopolítica

Saunier, "Learning by Doing: Notes about the Making of the Palgrave Dictionary of Transnational History", *Journal of Modern European History*, 2 (2008), 159-180.

¹¹ Michel Callon (ed.), *La science et les réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques*, La Découverte/UNESCO, París, 1989; Antonio Lafuente y Leoncio López-Ocón, "Le transfert des pratiques scientifiques et techniques dans le contexte de la science-monde" en Irina Gouzévitch y Patrice Bret (eds.), *Naissance d'une communauté internationale d'ingénieurs (première moitié du XIXe siècle)*, Centre de recherche en histoire des sciences et des techniques, París, 1997. Un ejemplo del trabajo que combina exitosamente ambos aspectos, véase Dmitri Gouzévitch, "Agustín Betancourt (1758-1824) entre l'Espagne, la France et la Russie: une axe de transfert technico-scientifique au XIXe siècle" en Pedro Bádenas y Fermín del Pino (eds.), *Frontera y comunicación cultural entre España y Rusia*, Iberoamericana/Vervuert, Madrid/Frankfurt, 2006, 145-163.

¹² Existe un debate sobre la importancia simbólica en España de las colonias después de los 1820. Véase por ejemplo Josep M. Fradera, *Colonias para después de un imperio*, Bellaterra, Barcelona, 2005, Enric Ucelay-Da Cal, *El imperialismo catalán. Prat de la Riba, Cambó, D'Ors y la conquista moral de España*, Edhasa, Barcelona, 2003.

del imperio. En distintos momentos del largo siglo XIX, las intervenciones extranjeras tuvieron un amplio impacto en ambos estados: confrontaron a las élites gobernantes de forma directa y dolorosa con cuestiones como la pérdida relativa del poder a nivel internacional, la incapacidad militar o la falta de una administración eficaz. El impacto ideológico de la Revolución francesa y el debilitamiento de las monarquías euro-mediterráneas (incluyendo el Imperio Otomano) debido al imperialismo napoleónico, desempeñaron un papel importante en incentivar los movimientos separatistas que amenazaron con la desintegración a los grandes imperios multiétnicos como el español o el otomano (los movimientos de independencia en varias regiones-países de Latinoamérica en el caso español, en Grecia, Serbia y Egipto en el caso otomano). Todos estos acontecimientos generaron una reacción conservadora –en consonancia con numerosos países europeos–, pero por otra parte agudizaron el sentimiento de necesidad de reformas entre una parte importante de las élites, necesidad que se tornó imperiosa con el paso del tiempo, al mostrarse las recetas conservadoras poco capaces de restablecer los imperios a su poder de antaño.¹³

El siglo XIX es, entonces, un periodo de reformas decisivas, de la reorganización radical del ejército y de la Administración, de la expansión del discurso de la patria y de la gestación del Estado-Nación, pero también de la globalización del mercado y de la revolución industrial. Tanto para España como para el Imperio Otomano, ese siglo supuso también la pérdida del imperio, una pérdida rápida (en dos fases) que generó una sensación de crisis aguda en España, especialmente en 1898, cuando la cesión de las colonias ultramarinas fue percibida como una mutilación de la nación, frente a una desintegración lenta y dolorosa que se plasmó en una prolongada sensación de agonía en el Imperio Otomano. En ambos casos, los imperios quedaron reducidos en el siglo XIX a potencias de importancia regional. La creciente marginalidad en relación con otras potencias mundiales fue articulada a través del discurso universalista. Este discurso de raíces ilustradas se estableció como hegemónico en el espacio euro-atlántico y fue interiorizado -aunque de forma diacrónica y adquiriendo formas distintas- también por las élites españolas y otomanas. El discurso universalista conceptualiza el mundo como una entidad única compuesta de partes comparables, situadas en la escala de la civilización según criterios que varían en el espacio y en el tiempo.¹⁴ No es sorprendente que, aunque no se trata de un solapamiento total, existe una relación estrecha entre los focos del poder en cada momento y la definición de estos criterios. En este contexto, las élites de los países no hegemónicos, incluidos las grandes potencias en crisis como España o el Imperio Otomano, generaron una conciencia del atraso frente a los países percibidos como “más avanzados” como Francia o Gran Bretaña, o, más tarde, Alemania y los Estados Unidos. La conceptualización

¹³ En los capítulos dedicados a los ingenieros y el cambio político aparece una bibliografía extensa sobre la historia política de ambos países.

¹⁴ Esta manera de percibir el mundo no excluye, por otra parte, la construcción de una dicotomía entre la civilización y la barbarie. Para un resumen de la cuestión con una sensibilidad especial hacia el Imperio Otomano: Jitka Malečková, *Úrodná půda. Žena ve službách národa*, ISV, Praga, 2002, 25-28.

de su posición como “retraso” frente a otros países les empujó a una comparación constante. Redefinir los valores según el modelo de civilización que presentaron y representaron las potencias del momento, recreando y defendiendo a la vez su propia identidad (en sus aspectos religiosos, políticos y culturales), se convirtió en una tarea importante para las élites españolas y otomanas en el siglo XIX y a principios del XX.¹⁵ El concepto de la patria que supuso la identificación y la auto-identificación de las capas más amplias del país como integrantes de la comunidad imaginaria de – en este caso- los “españoles” o los “otomanos” (o, más adelante “los turcos”), trajo consigo la expansión de la preocupación por “nuestro atraso” más allá de los gobernantes. La formación de una identidad nacional era, a pesar de los regionalismos, menos complicada en la España peninsular que en el Imperio Otomano donde -en un contexto de pluralidad religiosa, étnica y lingüística, de alto nivel de autonomía de algunos territorios y de creciente intervención extranjera- la creación de una identidad común era extremadamente difícil y quedó truncada. Sin embargo, en ambos países las expansivas clases medias hicieron suya la preocupación por asegurar la futura pertenencia de su nación (dentro o fuera del imperio) entre las naciones llamadas civilizadas. A lo largo de este tiempo, la ciencia desempeñó un papel clave en el discurso de la civilización, percibida -junto con la educación- como el vehículo del progreso y como el remedio para los males de la patria. Los portadores del saber científico se encontraban, por lo tanto, en una situación potencialmente muy ventajosa para reclamar mayor participación en el poder y el ascenso social vinculado con ella.¹⁶

Una vez se fijara la mirada en los países hegemónicos -una mirada que combinaba elementos de comparación, admiración y competencia-, la imagen de ambos imperios en el discurso universalista, en sus variantes hegemónicas, adquirió cada vez mayor relevancia también a nivel interno, es decir, para los españoles y para los otomanos. Se observan ciertas semejanzas entre la imagen de España y del Imperio Otomano en Europa; sin embargo, existió en último término, en mi opinión, una diferencia radical. A pesar de la conceptualización exótica de España, los españoles no llegaron a ocupar la posición del Otro radical (en el sentido de constituir el polo opuesto al Yo en una dicotomía insalvable) en el discurso hegemónico durante el largo siglo XIX. El discurso ilustrado francés se apropió de la imagen de España creada por los protestantes en los siglos XVI-XVII, la redefinió conforme con los nuevos valores y la difundió por la Europa continental. Según ella España aparece como un país en el que las ciencias y el pensamiento libre habían sido

¹⁵ Haris Exertzoglu, “‘Tradition’ and the East /West Discourse in the Late Ottoman Empire,” en Anna Frangoudaki y Çağlar Keyder (eds.), *Ways to Modernity. Greece and Turkey. Encounters with Europe*, I.B.Tauris, Londres/Nueva York, 2007, 43-59. Tuncer Baykara, *Osmanlılarda Medeniyet Kavramı ve Ondokuzuncu Yüzyıla dair Araştırmalar* Akademi Kitabevi, Esmirna, 1992.

¹⁶ Véase una aproximación al papel de los profesionales, destacando los médicos y los ingenieros: Méropi Anastassiadou-Dumont, “Science et engagement: la modernité ottomane à l’âge des nationalismes”, en Méropi Anastassiadou-Dumont (ed.), *Médecins et ingénieurs ottomans à l’âge des nationalismes*, Maisonneuve et Larose/Institut français d’études anatoliennes, París/Estambul, 2003, 5-28.

sofocados por la Iglesia, sobre todo por la Inquisición. Sin embargo, a los españoles no se les negaba, a nivel individual, la capacidad de participar en la civilización una vez librados de la vigilancia opresora. En el siglo XIX surgieron visiones que profundizaban en la Alteridad. Desde los románticos franceses, que acostumbraban a situar a España en África y a asemejar a los españoles al Otro radical: “un español es un hombre de Oriente, es un turco católico”;¹⁷ hasta las nociones esencialistas del español apasionado y perezoso, poco proclive al proceder racional y al trabajo constante, que poblaban el imaginario británico. Sin embargo, este “iberismo” no llegó a constituir el polo de una dicotomía, el español no constituía al Otro radical por sí, sino que se asemejaba peligrosamente a él. En estas circunstancias, las implicaciones para las élites españolas eran limitadas. Así, los hombres de ciencia españoles se integraron con facilidad en las redes intelectuales euro-atlánticas a lo largo de la época estudiada. Los movimientos políticos y las instituciones españolas aparecen ocasionalmente como punto de referencia no solamente en los países periféricos, sino también en los países hegemónicos. En este sentido, la posición de España en el discurso universalista hegemónico se llega a parecer a la de los italianos, los polacos o los griegos, más que a la de los musulmanes otomanos. El llamado iberismo es comparable más con el balcanismo tal como lo identifica Maria Todorova, que con el orientalismo.¹⁸

El orientalismo, el marco discursivo que medió en el acercamiento de los europeos a los musulmanes otomanos, es diferente en el hecho de que construye al turco (musulmán, oriental) como un Otro radical, como una imagen opuesta al Yo. De este modo, cuando nos encontramos con las comparaciones de los reyes absolutistas, incluido el rey de España, con el sultán otomano, a la vez que se establece la semejanza se reafirma la diferencia: mientras los reyes cristianos son criticados a través de la comparación, el sultán otomano simplemente *es lo que es*, una representación del *despotismo oriental*.¹⁹ El orientalismo europeo mantuvo un componente religioso a lo largo de la época estudiada, de forma que no eran los otomanos en general los que fueron conceptualizados como el Otro radical en Europa, sino ante todo los otomanos musulmanes. Los cristianos otomanos cargaron con una serie de representaciones negativas, además de la imagen recurrente de víctimas del yugo turco, pero no llegaron a representar al Otro radical. Este hecho

¹⁷ Alfred Vigny (1828) citado en Fernando R. Lafuente, “España como estereotipo de sí misma”, en José Tono Martínez (ed.), *El orientalismo al revés. Homenaje a Edward W. Said*, Catarata, Madrid, 2007, 54.

¹⁸ La famosa pregunta “que doit-on à l’Espagne?” de Nicolás Masson de Morvilles, “Espagne” en *Géographie moderne*, en *Encyclopédie méthodique*, vol. 1, París, 1782, 554-568. traducido como “España”, en Ernesto García Camarero y Enrique García Camarero (eds.), *La polémica de la ciencia española*, Alianza, Madrid, 1970, 47-53. Para la imagen de España durante el siglo XIX: Rafael Núñez Florencio, *Sol y sangre. La imagen de España en el mundo*, Espasa, Madrid, 2001; Leon-François Hoffmann, *Romantique Espagne – L’image de l’Espagne en France entre 1800 et 1850*, University of Princeton Press, Princeton N.J., 1961; José Álvarez Junco, “El peso del estereotipo”, *Claves de Razón Práctica*, 48 (1994), 2-10; Maria Todorova, *Imagining the Balkans*, Oxford University Press, Oxford/New York 1997. For Greece, see Stathis Gourgouris, *Dream Nation. Enlightenment, Colonization, and the Institution of Modern Greece*, Stanford University Press, Stanford, 1996.

¹⁹ Alain Grosrichard, *Structure du sérail: La Fiction du despotisme asiatique dans l’Occident classique*, Seuil Paris, 1978; Edward Saïd, *Orientalism*, Pantheon Books, New York, 197; Rana Kabbani, *Europe’s Myths of Orient*, Indiana University Press, Bloomington, 1986.

profundizaba en las divisiones entre los súbitos/ciudadanos otomanos, no sólo marcando las posibilidades de su integración en las redes intelectuales europeas, sino también al plasmarse en prácticas en el territorio otomano debido a la fuerte presencia extranjera en el Imperio (en el caso concreto de los ingenieros, observaremos las políticas de reclutamiento de las empresas extranjeras, que, de forma sistemática, mostraron preferencia por los otomanos no musulmanes). Por otra parte, los musulmanes otomanos compartían la dicotomía entre “nosotros” y “Europa”/o “los francos”, que llegó a coexistir durante el siglo XIX con el discurso universalista que planteaba la posibilidad de una base común, definida como *civilización*, frente a la barbarie. En este sentido hay que subrayar que los cambios en la educación de las élites otomanas a partir del último tercio del siglo XIX les otorgaban una base cultural común con las élites europeas, haciendo la barrera simbólica más permeable, sobre todo a nivel individual.²⁰ De este modo, al igual que en Europa, coexistían en el Imperio Otomano dos maneras de conceptualizar las relaciones, que mantenían en marcha unas dinámicas sumamente complejas de inclusión y exclusión.

Además de semejanzas y diferencias en las tendencias generales, se aprecian a su vez algunas pautas en común en el ámbito más estrecho de la ingeniería. El peso de los elementos militares en los orígenes de la ingeniería moderna es fundamental tanto en España, como en el Imperio Otomano. Además, el Estado actuó en ambos países como fundador de las escuelas de ingeniería al margen de los centros tradicionales de formación superior (universidades, madrasas). El papel de Francia, tanto como referencia cultural en el sentido más amplio, como en su calidad de modelo de formación de ingenieros fue decisivo tanto en España como en el Imperio Otomano a lo largo del siglo XIX. Varios centros franceses de carácter civil y militar (*École des Ponts et Chaussées*, *École Centrale des Arts et manufactures*, *École spéciale militaire de Saint-Cyr* y *École de Génie* en Mézières) fueron estudiados por los observadores españoles y por los otomanos, con la perspectiva de adoptar algunos de sus elementos formativos y organizativos en sus países de origen. A finales del siglo XIX, Alemania sustituyó a Francia en su papel de referente principal en cuanto a la innovación en el campo de la formación de ingenieros y tanto los españoles como los otomanos desarrollaron prácticas de apropiación, importando de Centroeuropa los conocimientos y los modelos de organización. La existencia de estas referencias comunes (como punto de comparación y como modelos a imitar) constituye otro factor que establece las posibilidades comparativas entre España y el Imperio Otomano. En este sentido, una investigación comparativa brinda la oportunidad

²⁰ La confluencia de ciertas pautas se puede utilizar para apoyar esta afirmación: se establecieron contactos entre los opositores de Abdülhamid II y los integrantes de los movimientos políticos europeos, los hombres de élite otomanos contrajeron matrimonio con mujeres originarias de los países hegemónicos y procedentes de familias que gozaban de buena posición social, los europeos y los otomanos se convertían en socios en los negocios, los otomanos publicaron sus trabajos en revistas y editoriales europeas, los expertos otomanos fueron capaces de reclutar profesores para que fueran a trabajar al Imperio Otomano sin mediación de las autoridades de sus respectivos países, etc.

de identificar las diferencias y similitudes en el traslado de ideas, de prácticas y de modelos administrativos a unos contextos políticos, geográficos y culturales distintos.²¹

Las condiciones concretas del objeto del estudio y los países a comparar, me han llevado a inclinarme por una organización de la obra que aquí se introduce, fundada en el análisis sucesivo de grandes temas. Se tratan cuatro ejes temáticos: 1) la configuración de la ingeniería en interacción con los grandes cambios políticos, 2) la formación de los ingenieros como clave en la redefinición de la ingeniería como una profesión moderna, 3) las identidades socio-profesionales y los pilares conceptuales del discurso profesional, y por último, 4) la práctica de los ingenieros, la organización y el desempeño de su trabajo. Estos cuatro ejes se plasman en capítulos correspondientes que combinan una organización interna según criterios cronológicos y temáticos dependiendo de las exigencias de cada tema.²²

Uno de los principales objetivos de este trabajo es el análisis de la interacción entre la configuración de la ingeniería moderna y los cambios en la legitimidad del poder. Quiero centrarme sobre todo en la relación entre el discurso del fomento y la formación de los ingenieros en tanto que nuevos grupos profesionales vinculados con el conocimiento técnico-científico especializado. En concreto, se trata de examinar la consolidación de estos grupos en relación con las políticas de control territorial, y más adelante, de intervención social del Estado. Abordo las prácticas de cohesión y la configuración de una identidad profesional, la actividad laboral y académica y las aspiraciones de poder de los ingenieros como grupo y como individuos, en sus relaciones con la Administración y con otros sectores de la sociedad, como son las élites de industriales y comerciantes, locales o extranjeros, y con los jornaleros, obreros y prisioneros que trabajaron en las obras públicas. He dedicado una atención especial a la integración de los ingenieros españoles y otomanos en las redes intelectuales y profesionales de carácter transnacional, sin olvidar el examen de cómo las instituciones y los expertos extranjeros influyeron directa o indirectamente en la formación y en el trabajo de los ingenieros de estos dos países.

En ambos casos se plantea un problema importante a la hora de establecer los límites del análisis, debido a la característica compartida de tratarse de dos imperios en proceso de desintegración y transformación en Estados-Nación. La historia de la ingeniería española no es

²¹ Alberto Elena ha identificado el potencial del caso otomano para examinar las teorías sobre la “expansión científica europea”. Alberto Elena, “Models of European Scientific Expansion: The Ottoman Empire as a Source of Evidence”, en Patrick Petitjean, Catherine Jami y Anne Marie Moulin, *Science and Empires. Historical Studies about Scientific Development and European Expansion*, Kluwer, Dordrecht/Boston/Londres, 1992, 259-267. Por otra parte, su tratamiento específico de la historia otomana se beneficiaría de las interpretaciones más recientes en el campo de la historia del Imperio Otomano en general y de la historia de la ciencia y de la tecnología en particular.

²² Los enfoques metodológicos adoptados que no han sido tratados en esta introducción, se presentan –junto con la bibliografía correspondiente– en los capítulos temáticos en los que son aplicados (sobre todo en los capítulos sobre España, al preceder éstos a los capítulos correspondientes sobre el Imperio Otomano). He optado por este proceder, ya que la tesis abarca un amplio abanico de cuestiones que requieren una aproximación desde múltiples perspectivas.

completa sin incluir en ella la ciencia y la tecnología en las colonias americanas, cuya importancia es fundamental sobre todo en los casos de la minería y de la fortificación. Una historia exhaustiva de la ingeniería otomana debería asimismo incluir a las instituciones y a los expertos que ejercieron en los países balcánicos, que disfrutaron antes de independizarse de un alto grado de autogobierno, e integrar de forma más sistemática también la ingeniería egipcia, pionera en muchos aspectos. Sin embargo, dado que esta tesis tiene un planteamiento muy ambicioso en cuanto al periodo cubierto y a los grandes temas que necesariamente toca, he optado por enfocar el estudio comparativo sobre todo hacia las instituciones promovidas desde el centro, por otorgar, en suma, cierta preferencia a la lógica del Estado. Creo que esta opción se justifica por el carácter de las hipótesis planteadas, que se desarrollan alrededor de cuestiones como la interacción entre la configuración de la ingeniería y la construcción del Estado, la legitimidad del poder y la legitimidad socio-profesional, los grandes discursos (del progreso, de la ciencia, del fomento) y el discurso socio-profesional de los ingenieros, y la práctica profesional dentro de la intervención administrativa.

La situación temporal de los fenómenos comparados a menudo no es sincrónica. Generalmente, aunque no siempre, estos fenómenos tendieron a desarrollarse más tarde en el caso del Imperio Otomano. Mi tesis, al investigar unas dinámicas de gestación lenta, comprende un periodo relativamente largo de tiempo. Se centrará en el período que va desde el último tercio del siglo XVIII hasta el comienzo de la Gran Guerra, es decir, la Primera Guerra Mundial (1914). El límite inferior coincide con una oleada de políticas intervencionistas que implicaron nuevos pasos en la institucionalización de la ingeniería en ambos países. Sin embargo, me ha resultado imprescindible prestar atención también a lo acontecido en el siglo XVIII antes de los 1770, para establecer los antecedentes y para comprender mejor los procesos a largo plazo tal y como aparecen desde la perspectiva comparativa. El límite superior de mi trabajo se sitúa en el comienzo de la Gran Guerra con la que se considera, entre los historiadores, concluido el largo siglo XIX. La reconfiguración de la escena política con la creciente importancia de los movimientos sociales, el auge del colonialismo (que contribuyó decisivamente a que uno de los estados analizados, el Imperio Otomano, no “sobreviviera” a la Gran Guerra), las políticas nacionales de industrialización y la integración cada vez mayor de las capas más amplias de población en la “opinión pública”, son algunos de los fenómenos emergentes que invitan a dar por terminado el período estudiado como “el tiempo de las reformas”. La decisión de no incluir la Primera Guerra Mundial se justifica por sus efectos en el Imperio Otomano;²³ no he querido crear un desequilibrio, terminando la narración con una imagen de consolidación en el caso de España, que no participó en la contienda, y con otra

²³ Una vez terminada la Guerra (y la ocupación que la siguió), las instituciones se reorganizaron con gran rapidez y surgieron otras nuevas. Terminar con un paisaje desolador podría alterar desfavorablemente la visión de conjunto, lo que no sería justo teniendo en cuenta que la ingeniería aparece más fuerte que nunca en las décadas que siguieron a la Gran Guerra.

de desintegración de las instituciones en el caso otomano, sobre todo teniendo en cuenta que esta desintegración fue temporal y estuvo causada por acontecimientos de carácter geopolítico, no por dinámicas internas como podría ser, por ejemplo, una crisis de legitimidad socio-profesional.

La amplitud temporal que me permite identificar y comparar las tendencias a medio y a largo plazo, implica, por otra parte, la necesidad de otorgar un papel de primer orden a las fuentes secundarias en mi relato. A su vez, el peso de la bibliografía histórica disponible hace más patentes los desequilibrios que existen en el desarrollo de ambas historiografías. Sin entrar en detalles de una cuestión que será tratada en los párrafos posteriores, no existe la menor duda de que la ingeniería española en los siglos XVIII y XIX ha sido estudiada en mayor detalle que la historia de la ingeniería otomana. Las implicaciones de este desequilibrio me han llevado a tomar la decisión de que España constituya el eje del trabajo y es en los capítulos centrados en España en los que se formulan las grandes preguntas. En general se realizará un análisis de la configuración de un cierto fenómeno en España, para luego comparar las conclusiones con la situación en el Imperio Otomano. De esta forma, mientras ofrezco una visión bastante completa de los grandes temas en la ingeniería española, no pretendo proporcionar una narrativa exhaustiva sobre la ingeniería otomana ni puedo aspirar a ello teniendo en cuenta el estado en el que se encuentra la investigación sobre la ingeniería otomana. Además de los propósitos comparativos, mi análisis de la ingeniería otomana aspira más bien a formular hipótesis, a abrir temas, a mostrar las lagunas en la investigación y a apuntar las grandes tendencias.

Tres son los grandes objetivos de mi tesis, todos ellos llevan implícitas determinadas hipótesis que ya he ido adelantando en las páginas anteriores. Primero se trata de establecer la relación entre la configuración de la figura del ingeniero y las políticas de intervención y transformación inicialmente de la monarquía administrativa y luego del Estado-Nación. En este punto me quiero centrar especialmente en el papel de los discursos del progreso, del fomento y de la ciencia como matrices clave para dicha configuración. En segundo lugar, estudiaré la obtención por los ingenieros del reconocimiento público, examinando hasta qué punto les proporcionó el nuevo tipo de saber un espacio entre las élites y/o el ascenso social. Finalmente, analizaré la posibilidad de una causalidad cruzada entre el reconocimiento público de la figura del ingeniero y la fuerte identidad del grupo. Cada objetivo me obliga a su vez responder a una serie de preguntas que desgarnaré a lo largo del texto.

El resultado pretende ser una historia social comparada de los ingenieros, con un énfasis especial en la configuración y la reproducción de las identidades socio-profesionales. Me gustaría ofrecer una visión dinámica de la trayectoria de los ingenieros a lo largo de la época, fijándome en su discurso y en su práctica y examinándolos desde el punto de vista institucional, como grupo profesional, incluso como tipos individuales de referencia. Partiendo de los resultados de la

comparación, mi tesis pretende responder a algunas preguntas sobre la configuración de la ingeniería en el marco de los grandes temas de la época, como son las políticas intervencionistas del Estado, los nuevos modos de gobernabilidad, la transformación social, la configuración de las identidades nacionales y la redefinición de la masculinidad hegemónica. A nivel general, este trabajo pretende ofrecer algunas aportaciones al conocimiento de la relación saber-poder y de los mecanismos de formación y consolidación de grupos, basándose en la investigación comparativa de dos antiguos grandes imperios que se encontraron en el siglo XIX en la periferia de la *civilización moderna*.

La historia de la ingeniería ha constituido un campo de investigación fructífero desde hace medio siglo. Ha sido objeto de interés no solamente para los historiadores, sino también para los sociólogos. Existen numerosos libros y artículos tanto sobre la formación de los ingenieros, como sobre su posición dentro de la Administración y en el sector privado, y también sobre su trabajo. Asimismo existe una amplia bibliografía sobre la historia de la ingeniería dedicada a los aspectos “científicos” del trabajo del ingeniero, en concreto a examinar su papel en la producción y transmisión de los conocimientos.²⁴ Recientemente se ha tratado también la cuestión de las identidades corporativas y profesionales de los ingenieros, junto con las de otras profesiones en redefinición durante el siglo XIX. Entre estos libros y artículos se encuentran varios trabajos elaborados desde el punto de vista comparativo, que han servido como fuente de inspiración metodológica para mi investigación.²⁵ En general se puede afirmar que los investigadores se han aproximado a la historia de la ingeniería desde posiciones metodológicas muy distintas. La sociología de las profesiones ha marcado sobre todo los estudios hechos en el contexto académico anglosajón, como también francés e italiano, destacando estos trabajos por un aparato teórico amplio y complejo. En otros países han sido sobre todo los historiadores de la ciencia y de la tecnología quienes se aproximaron al tema, poniendo el énfasis en el papel de los ingenieros como actores de la circulación y de la apropiación de conocimientos, incluido su protagonismo en la industrialización. La historia urbana ha ofrecido una mirada reveladora a las reformas de las

²⁴ Algunos títulos que todavía no han sido citados sobre la formación: J.H. Weiss, “The Making of Technological Man. The Social Origins of French Engineering Education, MIT, Cambridge, Ma., 1982. Robert Fox y Anna Guagnini (eds.), *Education, Technology and Industrial Performance in Europe, 1850-1939*, Cambridge University Press/Éditions de la Maison des Science de l’Homme, Cambridge/París, 1993. Marcela Efmertová, “L’evoluzione de l’enseignement technique tchèque aux XVIIIe et XXe siècles”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 3 (1999), 30-54. Para la producción y circulación de conocimientos: Ian Inkster, “Technology in Worl History: Cultures of Constraint and Innovation, Emulation and Technology Transfers”, *Comparative Technology Transfer and Society*, 5 (2, 2007), 108-127. Ronald Kline, “Science and engineering theory in the invention an development of the induction motor, 1880-1900”, *Technology and Culture*, 28 (2, 1987), 283-313.

²⁵ Sobre los ingenieros en la sociedad y sobre las identidades profesionales: Luigi Blanco (ed.), *Amministrazione, formazione e professione: gli ingegneri in Italia tra Sette e Ottocento*, Il Mulino, Bolonia, 2000. Kees Gispén, *New Profession, Old Order : Engineers and German Society, 1815-1914*, Cambridge University Press, Cambridge, 1989. André Thépot (ed.), *L’ingénieur dans la société française*, Éditions Ouvrières, París, 1985. En cuanto los trabajos comparativos, les dedico un análisis específico más adelante.

ciudades, un aspecto muy llamativo del desempeño profesional de los ingenieros que les otorgó un gran protagonismo a partir de la segunda mitad del siglo XIX. El hecho de que la historia urbana haya estado particularmente abierta a las nuevas tendencias historiográficas ha incitado a los investigadores a prestar atención a los conceptos que subyacían en la práctica profesional de los ingenieros, un rasgo menos tratado en los trabajos dedicados a las vías de comunicación como ferrocarriles, canales o carreteras. Por otra parte, al igual que sucede con la historia militar y los militares, y con la historia de la medicina y los médicos, la historia de la ingeniería atrae a su vez la atención de los actuales profesionales y nos encontramos con un número importante de ingenieros que se dedican a la historia de la ingeniería. En mi opinión, sus trabajos -que suelen destacar por su uso riguroso de los documentos de archivo- generalmente tienden a situarse entre la historia de la tecnología y la historia de las instituciones. Los historiadores generales, por otra parte, han dedicado poca atención a los ingenieros como grupo socio-profesional, a pesar de su protagonismo en las grandes transformaciones que tuvieron lugar en el largo siglo XIX. Sin embargo, en las dos últimas décadas se puede observar una interacción cada vez mayor entre la historia general y la historia de la ingeniería, como también una mayor conexión de la historia de la ingeniería con los grandes debates historiográficos.

Uno de los grandes retos de esta comparación es la disparidad entre los trabajos que existen sobre la ingeniería y los ingenieros españoles, por una parte, y los otomanos, por otra. El número de trabajos dedicados específicamente a la ingeniería es mucho mayor en el caso español, aunque falta una monografía que trate de las ingenierías decimonónicas en su conjunto.²⁶ Los ingenieros aparecen poco integrados en la narrativa histórica en general, algo que resulta muy sorprendente teniendo en cuenta su posición dentro de la Administración y su protagonismo en el desarrollo del

²⁶ No existe un trabajo monográfico global sobre los ingenieros españoles en el siglo XIX. Manuel Silva ha ofrecido un síntesis en "Presentación", en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e Ingeniería en España*, vol. 5, *El ochocientos, Profesiones e instituciones civiles*, Real Academia de Ingeniería/ Institución 'Fernando el Católico'/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2007, 9-79. Los historiadores han dedicado monografías a los distintos cuerpos de ingenieros. Para el Cuerpo de Caminos, véanse: Antonio Rumeu de Armas, *Ciencia y tecnología en la España ilustrada. La Escuela de Caminos y canales*, Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos/ Ediciones Turner, Madrid, 1980; Fernando Sáenz Ridruejo, *Los ingenieros de caminos*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1993; Fernando Sáenz Ridruejo, *Los ingenieros de caminos del siglo XIX*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1990. Para los ingenieros de minas, Gérard Chastagneret, *L'Espagne puissance minière dans l'Europe du XIXe siècle*, Madrid, Casa de Velázquez, 2000. Para los ingenieros de montes: Josefina Gómez Mendoza, *Ciencia y política de los montes españoles (1848-1936)*, Icona, Madrid, 1992; Erich Bauer Manderscheid, *Los montes de España en la Historia*, Servicio de Publicaciones Agrarias y Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid, 1991; Vicente Casals Costa, *Los ingenieros de montes en la España contemporánea, 1848-1936*, Barcelona, Ediciones del Serbal, 1996. Para los ingenieros agrónomos, Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología. Una historia de los ingenieros agrónomos en España*, Asociación Nacional de Ingenieros Agrónomos, Madrid, 2005; Jordi Cartaña i Pinén, *Agronomía e Ingenieros agrónomos en la España del siglo XIX*, Serbal, Barcelona, 2005. Para los ingenieros industriales, José María Alonso Viguera, *La ingeniería industrial en España en el siglo XIX*, Asociación de ingenieros industriales de Andalucía, Madrid, 1993. José María Martínez-Val Peñalosa, *Un empeño industrial que cambió a España, 1850-200. Siglo y medio de Ingeniería Industrial*, Síntesis, Madrid, 2001. Para la polémica entre los ingenieros y los arquitectos, Antonio Bonet Correa, Fátima Miranda y Soledad Lorenzo, *La polémica ingenieros-arquitectos en España del siglo XIX*, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, canales y puertos, 1985. Existen asimismo numerosos artículos sobre temas específicos que serán citados en los capítulos temáticos.

pensamiento político-económico de la España decimonónica. Además, los historiadores que incluyen a los ingenieros en una narrativa amplia se suelen basar sobre todo en las fuentes jurídicas, con todas las limitaciones que esto implica, y recurren a los grandes relatos de cada especialidad, elaborados por los ingenieros mismos a lo largo de los últimos 150 años. Una excepción en este sentido la constituyen algunos historiadores de las instituciones que integran las ingenierías del Estado en el cuadro general de la historia de la Administración, utilizando fuentes de forma novedosa y aportando puntos de vista originales. Destacan dos líneas de trabajo: 1) aquellas obras que reconsideran el reformismo absolutista, llamando la atención sobre los puntos de continuidad con el pasado (el despotismo ilustrado) y con el futuro (el régimen liberal) y 2) las obras que se adentran en el debate sobre la construcción del Estado en la España decimonónica, posicionándose en la polémica sobre hasta qué punto ésta se puede considerar un éxito.²⁷

Debido a su posición autónoma en la Administración, las ingenierías del Estado aparecen como un punto de referencia clave, sea como un argumento a favor o para subrayar la excepcionalidad de los cuerpos de ingenieros en una Administración expuesta al clientelismo y a la arbitrariedad. Los historiadores de los movimientos sociales han tratado de forma esporádica el papel de los ingenieros, sobre todo los agrónomos y los de minas, en la conflictividad social a finales del XIX y durante la primera mitad del siglo XX. Asimismo existe una serie de monografías de personajes destacados que ejercieron como ingenieros durante una parte de su vida, pero que alcanzaron reconocimiento en otros ámbitos. Algunos de estos trabajos prestan una atención notable a la faceta de ingeniero del personaje, proporcionando reflexiones estimulantes sobre el tema. Sin embargo, se echa de menos más investigación sobre las profesiones en general, que teorizara sobre los ingenieros en cuanto parte de un grupo social al alza como fueron *las capacidades* o, más adelante, los profesionales liberales.²⁸

La contribución de los historiadores económicos se puede apreciar en varios niveles. En primer lugar hay que subrayar que existe una gran variedad de estudios que tratan de distintas cuestiones relacionadas con las obras de ingeniería (el ferrocarril, los canales, la producción de la energía) sin prestar demasiada atención al papel de los ingenieros en la toma de decisiones, en la planificación, en el diseño, en la construcción y en la operación. Mi análisis se ha beneficiado de

²⁷ Juan Pro, Joaquín del Moral, Francisco Suárez Bilbao y Francisco, *Estado y territorio en España, 1820-1930*, Catarata, Madrid, 2007. Francisco Villacorta Baños, *Profesionales y Burócratas. Estado y poder corporativo en la España del siglo XX, 1890-1923*, Siglo XXI, Madrid, 1989.

²⁸ Entre las biografías que prestan atención a la faceta de ingeniero del personaje destacan: Javier Fornieles Alcáraz, *Trayectoria de un intelectual de la Restauración: José Echegaray*, Publicaciones de Cajalmería, Almería, 1989; José Luis Ollero Vallés, *Sagasta. De conspirador a gobernante*, Marcial Pons/Fundación Práxedes Mateo-Sagasta, Madrid, 2006. Para la historia política en la que aparecen integrados los profesionales, incluidos los ingenieros españoles, véase Stephen Jacobson y Javier Moreno Luzón, "The Political System of the Restoration, 1875-1914: Political and Social Elites," en Adrian Shubert and José Álvarez Junco (eds.), *Spanish History since 1808*, Oxford University Press, Nueva York, 2000, 93-109. Stephen Jacobson, *Catalonia's Advocates: Lawyers, Society, and Politics in Barcelona, 1759-1900*, University of North Carolina Press, Chapel Hill, 2009.

estos trabajos, ya que me han permitido situar la obra de los ingenieros en dinámicas económicas y políticas amplias. En segundo lugar, los historiadores económicos se han acercado a los personajes destacados vinculados con la ingeniería, que contribuyeron a la redefinición del pensamiento económico en la España decimonónica. Para los historiadores de la ingeniería resultan reveladores particularmente aquellos de estos trabajos que dan protagonismo suficiente a las cuestiones relacionadas con las obras públicas y a las opiniones sobre la intervención de distintos agentes sociales en la industria y en la agricultura. Las monografías y los artículos que cumplen estos requisitos suelen centrarse en temas como el industrialismo en la primera mitad del siglo XIX, el libremercado de la segunda mitad del mismo siglo y la cuestión hidráulica en los años 1890-1940.

29

Aparte de las aproximaciones desde la historia política y económica, se observan tres grandes tendencias en la historia de la ingeniería: una corriente -que ha sido protagonizada sobre todo por los geógrafos- afronta el tema desde el interés por los cambios históricos en la conceptualización del espacio (la configuración de una visión territorial del poder político, los principios organizativos del espacio urbano, etc.). Geógrafos históricos como Horacio Capel o Josefina Gómez Mendoza han proporcionado puntos de vista originales sobre los grandes principios subyacentes en el trabajo de los ingenieros militares, forestales y geógrafos, y, en menor medida, también sobre los ingenieros de caminos. En mi opinión, esta corriente resulta especialmente valiosa por su elaboración teórica, además de constituir, en mi opinión, una aportación original de la historiografía española a la historia de la ingeniería en general.³⁰

La segunda corriente se inscribe dentro de la historia de la ciencia y la tecnología. Los ingenieros son apreciados sobre todo en cuanto a su contribución a la circulación y a la producción de conocimientos. El tema de la educación formal se perfila como uno de los más prominentes.³¹ Además de los aspectos institucionales, estos trabajos suelen prestar atención a las pautas transnacionales, sobre todo a la inserción de los ingenieros en las redes intelectuales, a la vez que

²⁹ José Luis Ramos Gorostiza y Tomás Martínez Vara, “Las ideas económicas de los ingenieros...”, 9-38; Para un ejemplo de contribución desde la historia económica que estudia la construcción de las obras públicas desde la perspectiva de la agencia de los ingenieros, véase Carlos Larrinaga, *El ingeniero de caminos Manuel Peironcely (1818-1884). Modernización y obra pública en la España del siglo XIX*, Euskadiko Portu, Ubide eta Bideetako Ingeniarien Kolejioa, Bilbao, 2007.

³⁰ Horacio Capel, Joan Eugeni Sánchez y Omar Moncada, *De Palas a Minerva. La formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII*, Serbal/CSIC, Barcelona/Madrid, 1988; Josefina Gómez Mendoza, “Los ingenieros de caminos y de montes y su intervención en el paisaje”, en Joan F. Mateu Bellés y Manuel Nieto Salvatierra (ed.), *Retorno al paisaje*, Evren, Valencia/Madrid, 2008, 478-539. Antonio T. Reguera Rodríguez, *Geografía de Estado. Los marcos institucionales de la ordenación del territorio en la España contemporánea, 1800-1940*, Universidad de León, León, 1998.

³¹ Entre las obras que todavía no han sido citadas, véanse Jordi Maluquer de Motes (ed.), *Tècnics i tecnologia en el desenvolupament de la Catalunya contemporània*, Enciclopèdia Catalana, Barcelona, 2000. Francesc X. Barca Salom, “L’Escola de Matemàtiques de la Junta de Comerç”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 1 (1996), 83-126. Guillermo Roca Rosell, “Doscientos años de técnica en Barcelona. La técnica científica académica”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 3 (1999), 101-130; José Manuel Cano Pavón, *Estado, enseñanza, industrial y capital humano en la España isabelina (1833-1868). Esfuerzos y fracasos*, Imprenta Montes, Málaga, 2001.

introducen comparaciones inter-nacionales basándose en datos tanto de tipo cualitativo (análisis de los currícula), como cuantitativo (número de ingenieros, cantidad de artículos sobre uno u otro tema). En este sentido, los ingenieros aparecen como integrantes de las redes intelectuales transnacionales, a la vez que se hace hincapié en su papel de mediadores entre las distintas tradiciones científicas y su actividad en la apropiación del conocimiento producido en el extranjero. En la gran narrativa de la historia de la ciencia española, los ingenieros militares y navales figuran como protagonistas de la militarización de la ciencia, un fenómeno que se produce a finales del siglo XVIII y a principios del XIX, y que algunos historiadores atribuyen al afán por parte de las autoridades españolas de controlar los flujos transnacionales del conocimiento y de neutralizar su potencial subversivo.³² Entre los estudios dedicados específicamente a los ingenieros, debemos destacar la contribución de Irina y Dmitri Gouzévitch o de Elena Ausejo quienes han analizado la apropiación del modelo francés de formación de ingenieros en España a principios del siglo XIX, centrándose en el peso y el nivel de las matemáticas. En general, los historiadores otorgan una posición prominente a los ingenieros militares y civiles en la historia de las matemáticas en España, no solamente para subrayar su contribución al desarrollo de la disciplina, sino también para examinar las luchas entre los ingenieros y las universidades por erigirse en portavoces del conocimiento científico.³³ Contamos asimismo con una serie de trabajos monográficos sobre los hombres de ciencia vinculados con la ingeniería, centrados en el *grand tour* que éstos realizaron por Europa y por el mundo. En cuanto a las obras dedicadas a la segunda mitad del siglo XIX y al primer tercio del XX, mencionemos a Vicenç Casals sobre los ingenieros de montes como agentes de apropiación y de producción de la ciencia forestal. Su trabajo destaca por un uso riguroso de métodos cuantitativos, poco habituales en investigaciones de este tipo. Antoni Roca Rosell ha aportado valiosas reflexiones sobre las distintas culturas de formación de ingenieros y sus cambios en el tiempo a base de examinar las opiniones y la práctica en cuanto a la educación en el aula, en el taller y en el laboratorio.³⁴ Aún contando con estas aportaciones, existen importantes lagunas en esta

³² Antonio Lafuente y José Luis Peset, “Las actividades e instituciones científicas en la España ilustrada” en Manuel Sellés, José Luis Peset y Antonio Lafuente (eds.), *Carlos III y la ciencia de la Ilustración*, Alianza Editorial, Madrid, 1988, 29-79.

³³ Irina Gouzévitch y Dmitri Gouzévitch, “El Grand tour de los ingenieros y la aventura internacional de la máquina de vapor de Watt: un ensayo de comparación entre España y Rusia”, en Antonio Lafuente, Ana Cardoso de Matos y Tiago Saraiva (eds.), *Maquinismo ibérico*, Doce Calles, Aranjuez, 2007, 147-190. Dmitri Gouzévitch, “Agustin Betancourt (1758-1824) entre l’Espagne, la France et la Russie: une axe de transfert technico-scientifique au XIXe siècle” en Pedro Bádenas y Fermín del Pino (eds.), *Frontera y comunicación cultural entre España y Rusia*, Iberoamericana/Vervuert, Madrid/Frankfurt, 2006, 145-163. Irina Gouzévitch, “Un siècle de politiques technico-scientifiques en Espagne et en Russie: un essai de mise en parallèle” en Pedro Bádenas y Fermín del Pino (eds.), *Frontera y comunicación cultural entre España y Rusia*, Iberoamericana/Vervuert, Madrid/Frankfurt, 2006, 99-117. Elena Ausejo, “Quarrels of a Marriage of Convenience: On the History of Mathematics Education for Engineers in Spain”, *The International Journal for the History of Mathematics Education*, 2, (1, 2007), 1-13.

³⁴ Vicente Casals Costa, *Los ingenieros de montes en la ...*; Antoni Roca Rosell y Guillermo Lusa Monforte, “Un altre 98? Ciència i tècnica al tombant de 1900”, *Afers*, 31 (1998), 609-626; Antoni Roca-Rosell, “L’enginyeria de laboratori, un repte de nou-cents”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 1 (1996), 197-240.

línea de investigación, es decir, en el acercamiento a la historia de la ingeniería desde la perspectiva de la historia de la tecnociencia. Todavía está poco explorado el papel de los ingenieros en la circulación del *know-how* en el sentido más aplicado, y de los objetos materiales y su protagonismo como agentes de cambios radicales en la vida cotidiana de la población en España a partir de la segunda mitad del siglo XIX. Por ejemplo, la historiografía sobre la industrialización en Gran Bretaña ha prestado gran atención a este tipo de temas. En España, han sido sobre todo los investigadores catalanes quienes han dedicado su atención a los ingenieros españoles como constructores y operadores de máquinas, como inventores de procedimientos químicos o como promotores y diseñadores del tendido eléctrico más allá de alguna mención aislada inserta en un relato heroico sobre el “inventor incomprendido” o sobre el “benefactor de nuestra comarca”. En cuanto a las grandes obras públicas que han despertado el interés sobre todo de los historiadores económicos, en la historia de la ingeniería escasean los trabajos que afronten el tema centrándose en el papel de los ingenieros, y gran parte de los existentes son más bien descriptivos, lo que los hace poco relevantes a nivel internacional. Una de las excepciones a estos sesgos de la historiografía es el trabajo del historiador portugués Tiago Saraiva sobre la actuación de los ingenieros de caminos y los ingenieros de minas en la construcción del Canal de Isabel II. Saraiva aprovecha este caso particular para plantear un debate teórico sobre la relevancia de utilizar la categoría de *Big Science* para analizar las grandes obras de ingeniería del siglo XIX.³⁵

La tercera corriente principal se podría clasificar como historia de las instituciones de ingeniería, aunque se acerca -en ocasiones- a la historia social de las profesiones tal como la conocemos de Francia o de Italia. Mientras muchos se quedan en relatar los cambios legales e institucionales en la organización de la formación y de la práctica profesional dentro y fuera de la Administración, historiadores como Guillermo Lusa o Fernando Sáenz Ridruejo han superado este marco para llevar a cabo una investigación enriquecida por la historia social. De este modo, los autores ofrecen estudios de gran valor sobre los orígenes familiares y geográficos de los ingenieros, datos cuantitativos sobre el empleo de los graduados de las escuelas, etc. Además, historiadores como el propio Lusa, Manuel Silva se han adentrado también en un territorio todavía poco explorado, examinando los discursos corporativos/profesionales de los ingenieros e interpretándolos en el contexto de las luchas por la legitimidad socio-profesional de las ingenierías y por la

³⁵ Tiago Saraiva, “*Big Science* en Madrid. La fábrica del Canal de Isabel II (1851-1858)”, en Antonio Lafuente, Ana Cardoso, Tiago Saraiva, *Maquinismo ibérico*, Doce Calles, Aranjuez, 2007, 354-35; Entre otras investigaciones centrados en estos aspectos, véanse Mercedes Arroyo, “Tècnics i tecnologia de gas a la Catalunya del segle XIX”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 4 (2000), 57-94. Ángel Toca Otero, “La formación de técnicos y obreros en la planta de Solvay. El problema de la transferencia de tecnología a través de los ingenieros y su encuentro con la cultura local (1908-1935)”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 5 (2002), 147-156. Jesús Sánchez Miñana, “El ingeniero militar Ambrosio Garcés de Marcilla (1816-1859) y su contribución a la introducción el telégrafo eléctrico en España”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 6 (2004), 161-224.

definición de sus respectivos campos de acción.³⁶

Aunque haya identificado estas tres grandes líneas en la historia de la ingeniería española, debo reconocer que muchos de los investigadores mencionados incorporan en sus trabajos elementos metodológicos diversos, por lo que esta clasificación no es más que una generalización orientativa. Además existen obras -generalmente escritas por historiadores generales o económicos- que son difíciles de clasificar ya que combinan distintos niveles de análisis de forma sistemática, beneficiándose del bagaje del autor como historiador general (económico). Se aprecia en estas obras un mayor esfuerzo por interpretar la redefinición de la ingeniería en relación con los cambios políticos y/o económicos españoles e incluso a nivel global. Entre este tipo de trabajos destaca la obra de Ramón Garrabou sobre los ingenieros industriales y la de Juan Pan-Montojo sobre los ingenieros agrónomos.³⁷

La perspectiva comparativa aparece en las investigaciones sobre las ingenierías españolas de forma más bien implícita. Los autores que han decidido explicitarla -generalmente los historiadores generales y los historiadores de la ingeniería-, tienden a establecer comparaciones sobre todo con los países “hegemónicos”, como Francia, Gran Bretaña y Alemania. Mientras Josefina Gómez Mendoza ha puesto en paralelo la consideración de la naturaleza y las aproximaciones al paisaje por parte de los ingenieros de caminos y de montes, el trabajo conjunto de Lusa y Silva ha proporcionado un estudio comparativo que se centra en la construcción de la dicotomía entre la ingeniería como carrera del Estado y como profesión liberal. Tal como queda patente de su valiosa investigación, esta dicotomía adquirió en algunos periodos tintes regionales de competencia entre Madrid y Barcelona, lo que añade otra vertiente a la comparación. Por otra parte, la ausencia casi total de referencias comparativas a países no hegemónicos resulta llamativa. En este punto destaca como una gran excepción la contribución de Irina y Dmitri Gouzévitch, quienes han aportado estudios comparativos entre España y Rusia (y Francia).³⁸ En mi opinión resultaría especialmente

³⁶ Fernando Sáenz Ridruejo, *Los ingenieros de caminos del siglo XIX...*; Guillermo Lusa Monforte, “Industrialización y educación: los ingenieros industriales (Barcelona, 1851-1886)”, en Roser Enrich et al. (eds.), *Tècnica i Societat en el Món Contemporani*, Museu d’Història de Sabadell, Sabadell, 1994, 61-78; Manuel Silva y Guillermo Lusa, “Cuerpos facultativos del Estado versus profesión liberal”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en España*, vol. 4 (El ochocientos: pensamiento, profesiones y sociedad), Zaragoza, 323-386; Darina Martykánová, “Por los caminos del progreso. El universo ideológico de los ingenieros de caminos españoles a través de la *Revista de Obras Públicas* (1853-1899), *Ayer*, 68 (2007), 193-219.

³⁷ Ramón Garrabou, *Enginyers industrials, modernització econòmica i burgesia a Catalunya (1850 – inicis del segle XX)*, L’Avenç/Collegi d’Enginyers Industrials, Barcelona, 1982; Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología...*

³⁸ Para las comparaciones con los países hegemónicos, Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología...* Darina Martykánová, “Les fils du progrès et de la civilisation: les ingénieurs des travaux publics en Espagne aux 18^e et 19^e siècles,” *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 10 (2009), 251-270. Comparación entre distintas especialidades: Josefina Gómez Mendoza, “Los ingenieros de caminos y de montes...”; Manuel Silva y Guillermo Lusa, “Cuerpos facultativos del Estado versus profesión...” Para las comparaciones con Rusia: Irina Gouzévitch, “Un siècle de politiques technico-scientifiques en Espagne et en Russie: un essai de mise en parallèle” en Pedro Bádenas y Fermín del Pino (eds.), *Frontera y comunicación cultural entre España y Rusia*, Iberoamericana/Vervuert, Madrid/Frankfurt, 2006, 99-117; Irina Gouzévitch y Dmitri Gouzévitch, “El *grand tour* de los ingenieros y...”. (Clasifico a Rusia como un país no hegemónico, dado que los trabajos de los Gouzévitch tratan el periodo entre la

interesante seguir en paralelo el desarrollo de la ingeniería en España y en México después de su independencia, ya que México heredó de la época colonial algunas instituciones de ingeniería sólidas, sobre todo en el campo de la minería. Asimismo se ofrecen para la comparación la ingeniería belga (que además se nutre de una tradición compartida), las distintas ingenierías italianas, la portuguesa, la austríaca, la belga, la rusa o la sueca, y si se quiere, la griega, la rumana y la egipcia. Este trabajo es, por lo tanto, un experimento que se aventura por caminos muy poco explorados. Espero que el resultado anime a otros investigadores a lanzarse a la comparación, ya que estoy convencida de que la mirada comparativa ofrece nuevos puntos de vista y ayuda a comprender la configuración de la ingeniería española tanto en su especificidad, como en su integración en las dinámicas globales de la época.

La historiografía de la ingeniería otomana presenta una serie de características que difieren en parte de la española. En líneas generales se podría afirmar que mientras los ingenieros otomanos han sido objeto de investigación en mucho menor medida que los ingenieros españoles, la historia de la ingeniería aparece más integrada en la gran narrativa de la historia del Imperio, sobre todo en lo que concierne al siglo XVIII y los principios del siglo XIX. En este sentido se produce un fenómeno exactamente opuesto al caso español, en el que disponemos de una importante cantidad de estudios detallados sobre temas específicos, pero escasea la integración de la historia de la ingeniería en las grandes narrativas. Un punto en común consiste en que tanto en el caso español como en el caso otomano se echan de menos trabajos sintéticos centrados en la historia de la ingeniería, que estén enfocados en el siglo XIX. Se pueden observar algunos rasgos comunes en la aproximación historiográfica a los ingenieros otomanos. Con más o menos detalle, los ingenieros han sido tratados desde el punto de vista de la historia de las instituciones, por los historiadores económicos y sociales, por la historia militar y por la historia urbana. Las aproximaciones más detalladas se aprecian dentro de la tradición de la historia de la ciencia. Por último, como ya se ha dicho, los ingenieros aparecen integrados en la gran narrativa de la historia otomana de los últimos dos siglos de la existencia del Imperio.

Al acercarse a la historia de la ingeniería otomana, pronto se descubre hasta qué punto está en deuda con una corriente historiográfica de larga tradición en Turquía: la historia de las instituciones. Algunos de los trabajos escritos en el primer tercio del siglo XX sobre distintas instituciones decimonónicas (Mehmed Esad sobre la Escuela de la Ingeniería Militar, Osman Nuri sobre el Ayuntamiento de Estambul, Mahmud Cevat İbnü's Şeyh Nâfi sobre el Ministerio de Educación) siguen siendo imprescindibles. Debido a su carácter erudito, constituyen una fuente fácilmente accesible de documentos de carácter jurídico y administrativo. El hecho de que no exista un trabajo de este tipo sobre el Ministerio de (Comercio y) Obras públicas revela hasta qué punto

segunda mitad del siglo XVIII y la primera mitad del XIX)

estos compendios -poco apreciados desde el punto de vista del análisis histórico- facilitan el trabajo del historiador. Algunos historiadores siguen esta tradición erudita hoy en día: publican leyes y decretos añadiendo un breve análisis, sin hacer un esfuerzo sustancial por interpretar los documentos en el contexto político del momento ni desvelar la praxis real. Dado el cambio de alfabeto, como también el carácter manuscrito de algunas fuentes primarias de carácter jurídico-administrativo, este tipo de trabajos se aprecia especialmente por facilitar el trabajo de los historiadores que aspiran a adentrarse más en la interpretación o/y a adoptar enfoques más amplios.

39

Los historiadores económicos, además de proporcionar estudios que permiten situar el trabajo de los ingenieros en dinámicas socio-económicas amplias (la integración de las regiones otomanas en la economía mundial, el peso cambiante del capital extranjero), se suelen aproximar a la historia de la ingeniería centrándose en las infraestructuras, en las grandes obras públicas. Así disponemos de datos sobre la práctica de los ingenieros gracias a estudios sobre los distintos aspectos de la construcción del ferrocarril, de las carreteras o de las grandes obras hidráulicas. Los historiadores de la escuela marxista han prestado atención a las condiciones de trabajo de los obreros en las minas, en la construcción de las carreteras y del ferrocarril, mencionando brevemente el papel desempeñado por los ingenieros como agentes del gobierno o de los propietarios.

Los historiadores militares también han tratado sobre la ingeniería otomana, centrándose ante todo en el siglo XVIII y los principios del siglo XIX. Las nuevas instituciones de ingeniería han sido examinadas en tanto que productos de las políticas de innovación tecno-militar emprendidas por las autoridades otomanas y también en su papel de canales por los que se lleva a cabo la transferencia de la tecnología militar de origen europeo. Los expertos extranjeros aparecen como grandes protagonistas de la innovación tecno-militar del último tercio del siglo XVIII, aunque podríamos plantearnos la pregunta de hasta qué punto este protagonismo no es una imagen distorsionada, nacida de la accesibilidad de las fuentes que dan cuenta de su trabajo. La ingeniería militar y naval otomana, como también la producción de material de guerra son temas que aparecen integrados en los grandes análisis comparativos a nivel global sobre las razones de los cambios en la potencia militar del Imperio a lo largo de la historia y sobre su autosuficiencia tecno-militar. Virginia Aksan y otros expertos en la historia militar otomana han conseguido corregir algunas hipótesis apresuradas, por no decir simples prejuicios, que daban por hecho la oposición religiosa a las innovaciones tecno-militares, como también modificar las asunciones sobre el declive de la

³⁹ Mehmed Esad, *Mir'ât-i Mühendishane-i Berri-i Hümayûn*, (ed. Sadik Erdem), I.T.Ü, Estambul 1986 (primera edición en 1312 AH -1894/95); Osman Nuri, *Mecelle-i Umur-i Belediye*, vol. 1, Matbaa-i Osmaniye, Çemberli Taş, Istanbul, 1922; Mahmud Cevat İbnü's Şeyh Nâfi, *Maârif-i Umûmiye Nezâreti Târihçe-i Teşkilât ve İcrâati – XIX.Asır Osmanlı Maârif Tarihi*, (ed. Taceddin Kayaoğlu), Yeni Türkiye Yayınları, Ankara 2001 (1era edición publicada en la Imprenta imperial, Estambul, 1919/20)

producción del material militar.⁴⁰ La investigación sobre el periodo que arranca con los decretos de Tanzimat (a partir de 1839), por otra parte, se ha centrado en las nuevas maneras de reclutamiento y en la creación de un “ejército de ciudadanos,” en la formación de oficiales en la Academia Militar, en la importación del material de guerra y en la cooperación con el imperio alemán, sin prestar atención sistemática a los ingenieros militares de la época.⁴¹

La historia urbana se ha convertido en un foco de innovación metodológica en la historiografía otomana. En Turquía, su centro ha estado en la Universidad Técnica del Medio Oriente (OTDÜ-METU) en la que se han formado algunos de los expertos que luego han extendido esta corriente de estudios otomanistas por las universidades estadounidenses. La historia urbana desarrollada por este grupo aparece estrechamente vinculada a la historia de la arquitectura. Ha prestado gran atención a la estructuración simbólica del espacio, aportando datos clave no solamente sobre las grandes reformas urbanas, sino también sobre los conceptos cambiantes que inspiraban y daban sentido a los proyectos. La apropiación por parte de estos historiadores como

⁴⁰ Virginia Aksan, “Breaking the Spell of Baron de Tott: Reframing the Question of Military Reform in the Ottoman Empire, 1760-1830”, *The International History Review*, 23, (2, 2002), 253-277. Gábor Ágoston, *Guns for the Sultan: Military Power and the Weapons Industry in the Ottoman Empire*, Cambridge University Press, Cambridge, 2005. Jonathan Grant, “Rethinking the Ottoman “Decline”: Military Technology Diffusion in the Ottoman Empire, Fifteenth to Eighteenth Centuries”, *Journal of World History*, 10 (1, 1999), 179-201; “The Sword of the Sultan: Ottoman Arms Imports, 1854-1914”, *The Journal of Military History*, 66 (January 2002), 9-36.

⁴¹ Odile Moreau, *L'Empire ottoman à l'âge des réformes. Les hommes et les idées du “Nouvel Ordre” militaire, 1826-1914*, Institut Français d'Études Anatoliennes, Maisonneuve&Larosse, Paris/Istanbul 2007. Hayrullah Gök, *Arşiv Belgelerinin Işığında Kara Harp Okulu Tarihi*, Hacettepe Üniversitesi Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi Enstitüsü, Ankara, 2005.

İlhan Tekeli o Selim İlkin de las nuevas tendencias historiográficas les ha llevado a prestar atención a conceptos como fomento, mejoría u obras públicas (*imar, nafia*), proporcionando valiosos estudios sobre su surgimiento y redefinición, que se echan en falta en el caso español.⁴² Por otra parte, historiadores como Stéphane Yerasimos o Rosenthal se han centrado tanto en la intervención del Estado en el espacio urbano, como en el desarrollo institucional de la administración municipal. En general, los historiadores de la ingeniería pueden beneficiarse de los trabajos sobre la configuración de una administración intervencionista, en la que trabajaron los ingenieros otomanos, musulmanes y no musulmanes. Asimismo resulta clave fijarse en la investigación que llevan a cabo los historiadores urbanos sobre los pilares conceptuales de la intervención en la ciudad, especialmente teniendo cuenta que los ingenieros aparecen al mismo tiempo como productos y como agentes del discurso del progreso y de la civilización, y también de la construcción de la identidad nacional.⁴³

Ha sido la historia de la ciencia y de la tecnología la que ha ido más allá del tratamiento de la ingeniería como un tema colateral. Los historiadores de la ciencia han elaborado estudios detallados sobre las instituciones y sobre los personajes relacionados con la ingeniería, que luego han sido utilizados como fuentes secundarias por los historiadores generales para integrar la ciencia y la tecnología en las grandes narrativas de la historia otomana (sobre todo en lo que concierne los siglos XVIII y XIX, y los principios del XX). Por otra parte, no se trata de un flujo unidireccional, ya que las interpretaciones a nivel *macro*, implícitas o explícitas, de los historiadores de la ciencia se nutren de las grandes corrientes historiográficas de la historia turca del siglo XX y se inscriben en ellas. Teniendo en cuenta esta interconexión y retroalimentación, analizaré de forma sistemática los rasgos principales de las distintas interpretaciones elaboradas desde la síntesis de la historia de la ciencia y la historia general.

En mi opinión, se pueden observar dos tendencias dominantes en la interpretación de la

⁴² Donald Quataert, *Social disintegration and popular resistance in the Ottoman Empire, 1882-1908: Reactions to European Economic Penetration*, New York University Press, New York, 1983. Yakup Bektaş, "The Imperial Ottoman İzmir-to-Aydın Railway: The British Experimental line in Asia Minor", in Ekmeleddin İhsanoğlu, Ahmad Djebbar, Feza Günergun (eds.), *Science, Technology and Industry in the Ottoman World*, Turnhout, Brepols, 2000, 139-152. Erol Çatma, "Osmanlı İmparatorluğu döneminde metal ve taşkömürü madeni işletmeciliğinde iş emniyeti uygulamaları", en *Zonguldak Kent Tarihi '05 Bienali. Bildiriler Kitabı*, ZOKEV, Zonguldak, 2006, 277-295. İlhan Tekeli and Selim İlkin, "Osmanlı İmparatorluğu'nda Ondokuzuncu Yüzyılda Araba Teknolojisinde ve Karayolu Yapımındaki Gelişmeler" in Ekmeleddin İhsanoğlu y Mustafa Kaçar (eds.), *Çağın Yakalayan Osmanlı!*, İRCICA, İstanbul 1995, 395-440. İlhan Tekeli and Selim İlkin, "1908 tarihli 'Umur-i Nafia Programı'nın anlamı üzerine", en Hidayet Y. Nuhoglu (ed.), *Osmanlı Dünyasında Bilim ve Eğitim*, İRCICA, Estambul, 2001, 521-554.

⁴³ Zeynep Çelik, *The Remaking of Istanbul. Portrait of an Ottoman City in the Nineteenth Century*, The University of Washington Press, Seattle, 1986. Edhem Eldem et al (eds.), *The Ottoman City between East and West: Aleppo, İzmir, İstanbul*, Cambridge University Press, Cambridge, 1999. Steven Rosenthal, *The Politics of Dependency: Urban Reform in İstanbul*, Greenwood Press, Westport, 1980; Stéphane Yerasimos, "Occidentalisation de l'espace urbain: Estambul 1839-1871," in Daniel Panzac (ed.), *Les Villes dans l'Empire Ottoman: Activités et Sociétés*, vol. 1, CNRS, Marsella/Paris, 1991, 97-119. A very interesting contribution to the history of engineers from an urban historian: May Davie, "Manouk Avédissian, alias Béchara afandi al-mouhandis. Itinéraire beyrouthin d'un ingénieur ottoman à la fin du XIXe siècle", in Méropi Anastassiadou-Dumont (ed.), *Médecins et ingénieurs ottomans...*, 219-239.

trayectoria de la producción y aplicación de la ciencia y tecnología en el Imperio otomano. Estas tendencias interpretativas mantienen una relación estrecha con las dos principales corrientes ideológicas en la Turquía del siglo XX. El enfoque clásico establecido por la historiografía republicana -vinculada con el nacionalismo secularista turco plasmado en el régimen de Kemal Atatürk-, presenta una visión del pasado dividido en tres períodos. La era de esplendor se sitúa en los primeros siglos de existencia del sultanato otomano, en los que se subraya la importancia de la asimilación por parte de los turcos de Anatolia de las grandes aportaciones científicas de las civilizaciones bizantina, árabe y persa en sus respectivas épocas de mayor desarrollo. Sin embargo, la influencia árabe y bizantina absorbidas por los otomanos después de la conquista de Constantinopla (1453) y de los territorios árabes (principios del siglo XVI) figuran asimismo como uno de los factores causantes del periodo de estancamiento de la ciencia y la tecnología otomana situado por estos autores alternativamente a finales del siglo XV o un siglo más tarde. Desde esta perspectiva se defendía y defiende que en la ciencia y la tecnología otomana no se produjeron saltos cualitativos comparables con el Renacimiento o la Reforma protestante y, aplicando categorías de análisis compartidas con los historiadores de la Europa contrarreformista y ortodoxa, se habla de la influencia perniciosa del pensamiento “escolástico” de los ulemá y de otras autoridades religiosas, estancadas en su rechazo a la filosofía y a las ciencias naturales. Algunos incluso mantienen que se trataba no solamente de un estancamiento, sino de un retroceso, dada la desestructuración de algunas instituciones previamente existentes o la eliminación de la enseñanza de ciertas materias (ciencias exactas y naturales) en las madrasas. Las élites religiosas son percibidas como las principales culpables de esta situación, por su supuesta cerrazón intelectual y por sus deseos de perpetuar su poder sobre las masas mantenidas en la ignorancia más profunda.⁴⁴

Según este enfoque, a principios del siglo XVIII se produjo un intento sistemático de cambiar el *status quo*, que se atribuye a la toma de conciencia de las élites burocráticas-militares de la creciente incapacidad de los ejércitos otomanos para derrotar a sus rivales cristianos. En esta narrativa, las potencias europeas están representadas como competidoras aventajadas o directamente como enemigas, enfatizando en ambos casos la necesidad de aprender de ellas. A partir de ese punto, los historiadores trazan una genealogía de la ciencia moderna en el Imperio

⁴⁴ Adnan Adıvar, *Osmanlı Türklerinde İlim*, Remzi Kitabevi, İstanbul, 1982 ; Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu*, İstanbul, 1958. Esta visión se observa en la manera de insertar la historia de las instituciones de ingeniería en la narrativa general en las obras de Bernard Lewis, *The Emergence of Modern Turkey*, Oxford University Press, New York/Oxford, 2002; Stanford J. Shaw and Ezel Kural Shaw, *History of the Ottoman Empire and Modern Turkey*, vol. 2, *Reform, Revolution, and Republic. The Rise of Modern Turkey, 1808-1975*, Cambridge University Press, Cambridge, 1977. Niyazi Berkes, *Türkiye'de Çağdaşlaşma*, Doğu-Batı Yayınları, İstanbul, 1978. Subyace asimismo en algunos trabajos más recientes especializados en la historia de la ingeniería otomana: Frédéric Hitzel, “L’introduction de techniques occidentales et la naissance des premiers ingénieurs turcs,” en Irina Gouzévitch, André Grelon and Anousheh Karvar (eds.), *La formation des ingénieurs en perspective. Modèles de référence et réseaux de médiation (XVIIIe-XXe siècles)*, Presses Universitaires de Rennes, Rennes, 2004, 83-93.

otomano y la República turca, con sus pioneros, héroes y mártires, tanto entre los hombres de ciencia y los técnicos militares, como entre los gobernantes.

Los historiadores de esta tendencia suelen poner énfasis en la resistencia a la introducción de la ciencia moderna por parte de las élites religiosas y de los gobiernos “reaccionarios”. Destaca la posición crítica hacia los *ulemá* y los jenizaros, y hacia el sultán Abdülhamid II, que abolió la primera Constitución otomana de 1876. En el caso de este último sultán, esa valoración negativa no obsta para el reconocimiento de algunos elementos positivos en su reinado como el fomento de la enseñanza técnica, las obras públicas, como el ferrocarril de Hiyaz, o su apuesta por limitar la injerencia extranjera y por lograr una mayor autosuficiencia del Imperio en todos los sentidos. Por otro lado, ensalzan las figuras de los sultanes reformadores como Selim III y Mahmud II, y presentan a los personajes autóctonos vinculados con la introducción, el desarrollo y la aplicación de la ciencia y tecnología moderna como verdaderos héroes nacionales del progreso, haciendo hincapié en su sacrificio frente a las fuerzas reaccionarias que obstaculizaron su carrera. La visión del conocimiento científico tiene varias facetas: desde la noción de una ciencia universal a la que han contribuido distintas civilizaciones y en la que se incorporan los hombres de ciencia otomanos (los turcos, en concreto) después de varios siglos de estancamiento, hasta una visión nacionalista de la ciencia y la tecnología como bases de la fuerza de cada estado/nación, que pone énfasis en la competencia entre los países y en la independencia/autosuficiencia nacional de la producción científica, sobre todo en su vertiente aplicada. Estas dos nociones coexisten y se entrelazan en las obras de los historiadores de la ciencia turcos y se observan también en las obras de los historiadores extranjeros de la ciencia y tecnología otomana y turca.⁴⁵

Por otra parte, a partir de los años ochenta del siglo pasado, ha adquirido fuerza un enfoque historiográfico alternativo que intenta rehabilitar la ciencia y la tecnología otomana, inscrita dentro de la tradición más amplia de la ciencia islámica.⁴⁶ Esta corriente reivindica la relevancia de la producción científica y de la capacidad tecnológica otomana y al mismo tiempo subraya el flujo de conocimientos entre la Europa cristiana y el Imperio otomano a lo largo de los siglos, destacando la continuidad y la rapidez de la transferencia. Estos historiadores mantienen que los otomanos antes del período de reformas estaban al tanto de las nuevas tecnologías utilizadas en la Europa central y occidental y de forma selectiva adoptaron numerosos inventos basándose en el principio de su inmediata utilidad, sobre todo para el uso militar. Reconocen que los científicos otomanos no fueron

⁴⁵ Algunos historiadores marxistas se inscriben en esta corriente, aunque suelen mostrarse más críticos con las autoridades y más atención a factores económicos.

⁴⁶ Este enfoque está vinculado con los historiadores críticos hacia el proyecto republicano laicista y próximos al islamismo moderado, actualmente encarnado por el Partido de Justicia y Progreso. El protagonista más destacado de esta corriente, Ekmeleddin İhsanoğlu, es director del IRCICA (Centro de investigación de la historia, arte y cultura islámicos) y también el encargado de llevar a cabo la colaboración turca en la iniciativa de la Alianza de Civilizaciones, lanzada por el presidente de gobierno español José Luis Rodríguez Zapatero.

participes en el Renacimiento y en la Revolución científica del siglo XVII, atribuyendo las razones tanto a su sentimiento de superioridad frente a los “infieles”, como a la autosuficiencia económica y educativa del Imperio, que permitía a los otomanos limitar los contactos con otros países. Los cambios en los siglos XVIII y XIX son interpretados como la sustitución de la tradición científica islámica por la europea y los autores de esta corriente coinciden con sus colegas *republicanos* en el papel de las derrotas militares como el impulso desencadenador de las reformas que apuntaban hacia la adopción primero de la tecnología y luego también de la ciencia europea a través de la enseñanza tecno-militar y por otras vías de introducción. Las dificultades en el desarrollo de las nuevas instituciones científicas y técnicas en el Imperio otomano se atribuyen – entre otros factores- a la existencia de una potente tradición científica y educativa propia.⁴⁷ Esta corriente historiográfica también rehabilita a la figura del sultán Abdülhamid II como promotor de la introducción de la enseñanza tecnológica civil en el Imperio, inscrita dentro del intento de lograr independizarse a nivel tecnológico de las potencias occidentales.⁴⁸ El proyecto panislamista de este soberano absolutista y sus esfuerzos por reforzar su gobierno e impedir la intervención de las potencias en la política interior del Imperio se plantean como motivos para el fomento de las obras públicas y de la enseñanza técnica militar y civil. Esta narrativa alternativa también presta atención a los intentos de síntesis de las tradiciones científicas europea e islámica por parte de los científicos otomanos. Asimismo los historiadores de esta corriente suelen reconocer en mayor medida la aportación de las minorías religiosas a la producción científica y tecnológica otomana y dar a sus representantes mayor protagonismo en la narrativa. La contribución de los historiadores de esta corriente ha sido de gran importancia: apoyándose en documentos de archivo han refutado no sólo muchos errores, sino algunas interpretaciones persistentes basadas en ellos; han demostrado la continuidad e intensidad de la circulación de conocimientos entre Europa y el Imperio Otomano, han evidenciado el papel activo de los ulemá en la apropiación de la tecnociencia, y han contribuido a matizar cierta visión estática de las actitudes hacia la ciencia y la tecnología en el Imperio Otomano, trazando con precisión los cambios. Sin embargo, su trabajo también plantea una serie de problemas. Algunos autores de esta corriente ocasionalmente aplican -implícita o explícitamente- las categorías analíticas de la historia de la ciencia, como la *apropiación*, categoría que otorga especial relevancia

⁴⁷ Mustafa Kaçar desarrolla esta tesis en su comparación del caso otomano con Rusia. Su hipótesis es original, resulta estimulante, y merecería ser considerada en mayor profundidad. Mustafa Kaçar, “İlk Osmanlı Mühendisleri”, en Zeynep Tarım Ertuğ (ed.), *Prof.Dr.Mübahat Kütikoğlu’na Armağan*, İstanbul Üniversitesi, Estambul, 2006, 495-510.

⁴⁸ Cierta rehabilitación de la figura de este sultán se ha producido también en la historiografía internacional, que ahora ve su figura de forma matizada y no solamente como la representación del gran déspota oriental, tal como lo pintaba la propaganda británica de la época, junto con los opositores otomanos de su régimen exiliados en el extranjero. Véase por ejemplo la biografía de François Georgeon, *Abdülhamid II, Le sultan calife (1876-1909)*, Fayard, Paris, 2003.

a los factores locales en la transferencia del conocimiento, lo que supone la defensa implícita de que el éxito de la apropiación consiste en que los conocimientos apropiados sirvan a los intereses definidos localmente. Nada que objetar, si no fuera porque algunos investigadores alegan que no se puede comparar el Imperio Otomano con Europa, dado que se trata de dos civilizaciones con valores distintos, y por lo tanto no se pueden medir según los mismos criterios. Este planteamiento puede ser relevante en muchos asuntos, sin embargo no debe servir de coartada para evitar la comparación y para no afrontar cuestiones que, en mi opinión, no deben desaparecer del debate. Basándonos en la misma teoría de la apropiación podemos observar que los otomanos indudablemente compartían con los europeos la preocupación por la capacidad (e incluso por la superioridad) militar. De este modo se puede establecer una comparación en cuanto a la capacidad de conseguir este objetivo, aun admitiendo la teoría de dos civilizaciones.⁴⁹ Más adelante, las élites otomanas llegaron a compartir muchos de los criterios de civilización definidos dentro del discurso universalista hegemónico, lo que tuvo un impacto claro en la definición de los objetivos de sus acciones. Dada la creciente integración de las élites específicamente científicas en las redes euro-atlánticas de circulación de conocimiento, los objetivos y los intereses de estas personas no solamente eran definidos a nivel local, sino que adquirían dimensiones internacionales y transnacionales. De cualquier modo, había suficientes preocupaciones compartidas en el largo siglo XIX como para que la comparación resulte relevante y justificada, encaje o no el resultado en la agenda de cada uno.

En las últimas dos décadas han aparecido corrientes alternativas que de una forma u otra desean escapar de la dicotomía de las dos escuelas principales descritas previamente. Por una parte, se puede observar el (re)surgimiento del (neo)positivismo “erudito”, que intenta evitar la interpretación, centrándose en la búsqueda y en la descripción de las fuentes primarias, un trabajo nada desdeñable en la área de los estudios otomanos en cuyo mapa todavía queda un sinfín de *hic sunt leones*. Su principal aportación consiste en crear una amplia base de documentos relevantes, en corregir errores que se han ido repitiendo de libro a libro desde los principios del siglo XX, debido a la falta de investigación basada en fuentes administrativas (errores que han alterado seriamente algunas interpretaciones incluso a nivel de las grandes narrativas de la historia otomana) y ofrecer al gran público una mirada más precisa al pasado otomano, oculto debido al cambio de alfabeto y a la accesibilidad limitada de los archivos hasta hace pocos años.

La proliferación de las universidades privadas con vínculos personales e institucionales con los centros de enseñanza superior en los EE.UU ha contribuido a impulsar la producción de trabajos que afrontan la historia de la ciencia y de la tecnología desde el constructivismo social. Estas obras

⁴⁹ En este sentido resultan problemáticos, por ejemplo, algunos aspectos del trabajo por otra parte excelente de Cemil Aydın, *Mecmua-ı Fünûn ve Mecmua-i Ulum Dergilerinin Medeniyet ve Bilim Anlayışı*, tesis del máster, Departamento de la Historia de la Ciencia, Instituto de Ciencias sociales de la Universidad de Estambul, 1995.

se caracterizan por dar un lugar preponderante a la interpretación explícita, igual que por su interés en el lenguaje, conforme con las tendencias mundiales a partir del giro lingüístico. Estas dos corrientes alternativas a las dos grandes narrativas que compiten por la hegemonía en la historiografía turca, se construyen en ocasiones en oposición mutua: mientras los constructivistas ven a los “eruditos” como autores carentes de referencias teóricas claras, los neopositivistas acusan a los constructivistas de no mancharse las manos con el trabajo duro en los archivos. Hay que subrayar que hay historiadores capaces de integrar los puntos fuertes de ambas tendencias. De cualquier modo, el trabajo de ambas corrientes resulta clave para la ampliación del conocimiento en el campo de la historia de la ciencia y tecnología otomana y ambas pueden contribuir a crear una nueva base de legitimidad de la investigación histórica.⁵⁰

Como enanos a hombros de gigantes, en esta investigación me he apoyado en las obras que se inscriben en todas las corrientes identificadas en el resumen historiográfico que acabo de ofrecer.

⁵¹ Teniendo en cuenta que mi trabajo enfoca dos países durante un periodo extenso, no he podido sino aprovechar el trabajo de otros investigadores para conseguir mis objetivos en cuanto a la identificación y el análisis de las tendencias generales y de las dinámicas a largo plazo. Además de las obras directamente relacionadas con la ingeniería y con los aspectos concretos de la tecnociencia, he utilizado fuentes secundarias -monografías y artículos- que se pueden dividir en dos grandes categorías. La primera incluye trabajos sobre algunos temas concretos de la historia política, económica y social de España y del Imperio Otomano, biografías de los personajes destacados, etc.⁵² El segundo grupo de fuentes secundarias constituye la base teórica de mi trabajo.

⁵⁰ Entre las aportaciones recientes a la historia de la ingeniería otomana destacan las obras de Kemal Beydilli, Mustafa Kaçar, Feza Günergun, Meltem Akbaş y Cüneyd Okay: Kemal Beydilli, “İlk Mühendislerimizden Seyyid Mustafa ve Nizâm-ı Cedîd'e dair Risalesi” in Seyyid Mustafa, *İstanbul'da askerlik sanatı, yeteneklerin ve bilimlerin durumu üzerine risale*, (eds. Hüsrev Hatemi and Kemal Beydilli), TÜYAP, Estambul, 1986, 17-47. Kemal Beydilli in *Türk Bilim v Matbaacılık Tarihinde Mühendishâne: Mühendishâne Matbaası ve Kütüphanesi (1776-1826)*, Eren Yayınları, İstanbul, 1995. Feza Günergun, “Osmanlı mühendis ve mimarları arasında ilk cemiyetleşme teşebbüsleri” in Cüneyd Okay, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Belgeleriyle*, TMMOB, Ankara, 2008, 41-73. Feza Günergun, “Derviş Mehmed Emin pacha (1817-1879), serviteur de la science et de l'État ottoman”, in Méropi Anastassiadou-Dumont (ed.), *Médecins et ingénieurs ottomans...*, 171-183. Cüneyd Okay, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Belgeleriyle*, TMMOB, Ankara, 2008. Meltem Akbaş, “Elektrik Mühendisi Mehmed Refik Fenmen: Osmanlı'dan Cumhuriyet'e yenilikçi bir aydın”, *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, 9 (1-2, 2007-2008), 101-119. Un trabajo fundamental sobre la transferencia y la apropiación de los conocimientos técnicos y científicos a través de las instituciones militares de nueva creación no ha sido, desgraciadamente, publicado: Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim ve Eğitim Anlayışındaki Değişmeler ve Mühendishanelerin Kuruluşu*, tesis doctoral sin publicar, Universidad de Estambul, Estambul, 1996. Los ingenieros otomanos aparecen integrados en debates más amplios en Méropi Anastassiadou-Dumont, “Science et engagement: la modernité...”, 5-28.

⁵¹ En mi tesis se utilizan partes extensas de tres de mis trabajos de forma literal o en una versión modificada: Darina Martykánová, “Por los caminos del progreso. El universo ideológico de los ingenieros de caminos españoles a través de la *Revista de Obras Públicas* (1853-1899)”, *Ayer*, 68 (2007), 193-219; “Les fils du progrès et de la civilisation: les ingénieurs des travaux publics en Espagne aux XVIIIe et XIXe siècles”, *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 10 (2009), 251-270 e *Ingenieros de caminos: hombres del progreso. Los ingenieros de caminos en la España del siglo XIX*, trabajo de investigación, Universidad Autónoma de Madrid, 2006 (sin publicar).

⁵² Las referencias bibliográficas de estas obras figuran en los respectivos capítulos temáticos dedicados al cambio político.

De este grupo forman parte los estudios teóricos sobre la formación del Estado-Nación y de la Administración, las teorías del género, del saber-poder, del discurso, del centro y la periferia, del progreso y el atraso y los planteamientos teóricos de la historia de la ciencia y tecnología. Asimismo tengo que subrayar la importancia clave de los libros y artículos sobre la administración y la burocracia en España, en el Imperio Otomano y en Francia. Los libros de Weber, Bourdieu, Charle, Villacorta y Findley me han facilitado el entendimiento de las particularidades del sistema administrativo moderno y el sitio que los ingenieros ocupaban dentro de él. Dada la amplitud y complejidad del planteamiento general de esta tesis, como también la multiplicidad de los temas afrontados, las excursiones teóricas y las referencias bibliográficas no se ofrecen en la introducción como es habitual, sino allí donde se aplican, es decir, en cada capítulo.

España y el Imperio Otomano han aparecido en ocasiones integrados en análisis históricos a gran escala, siendo el ejemplo más conocido el *Mediterráneo* de Braudel.⁵³ Desgraciadamente, existen muy pocos trabajos sobre los dos grandes imperios del lado occidental y oriental del Mediterráneo que traten, desde el punto de vista comparativo, alguna de las cuestiones arriba mencionadas. De hecho, esta escasez se observa más allá de la comparación entre España y el Imperio Otomano. A pesar de que la historia comparativa ha sido altamente valorada en las últimas décadas, la configuración de los departamentos en las universidades y el conocimiento de idiomas han limitado, salvo algunas excepciones notables, los trabajos comparativos a los casos de los países cercanos geográfica y lingüísticamente, por una parte, y a la comparación con los países “hegemónicos” que sirvieron de modelo, por otra. Entre las excepciones habría que mencionar los estudios comparativos en historia social, política, económica y cultural de Japón y el Imperio Otomano, de Rusia y China, de la Austria de los Habsburgo y el Imperio Otomano, o de los países en la periferia europea (desde Italia a Rusia y desde Polonia al Imperio Otomano).⁵⁴ Cerrando el círculo, destaquemos las aportaciones desde la perspectiva comparativa a la historia de la ingeniería. A nivel concreto contamos con valiosos estudios comparativos sobre Francia y los Estados Unidos (de Peter Lundgreen o Eda Kranakis), sobre España, Francia y Rusia (de los Gouzévitch), sobre Rumanía, Japón y Persia (de Anousheh Karvar) y otros.⁵⁵ Estos trabajos resultan

⁵³ Fernand Braudel, *La Méditerranée et le Monde Méditerranéen à l'Époque de Philippe II*, A. Colin, París, 1949.

⁵⁴ Karen Barkey, *Empire of Difference: The Ottomans in Comparative Perspective*, Cambridge University Press, Cambridge, 2008. Turan Kayaoğlu, *Legal Imperialism : Sovereignty and Extraterritoriality in Japan, the Ottoman Empire and China*, Cambridge University Press, Cambridge, 2010. Anna Frangoudaki y Çağlar Keyder (eds.), *Ways to Modernity. Greece and Turkey. Encounters with Europe*, I.B.Tauris, Londres/Nueva York, 2007. Peter F. Sugar (ed.), *Nationality and Society in Habsburg an Ottoman Empire*, Variorum, Aldershort, 1997. C.A. Bayly y Peter Fibiger Bang (eds.), *Tributary Empires in History: Comparative Perspectives from Antiquity to the Late Medieval*, special issue of *The Medieval History Journal*, 3 (2003). Benjamin Elman, “Global Science and Comparative History: Jesuits, Science, and Philology in China and Europe, 1550-1850”, *EASTM*, 26 (2007), 9-16.

⁵⁵ Peter Lundgreen, “Engineering Education in Europe and in the USA, 1750-1930”; Eda Kranakis, “Social Determinants of Engineering Practice: A Comparative View of France and America...” y Eda Kranakis, *Constructing a Bridge. An Exploration of Engineering Culture, Design, and Research in Nineteenth Century France and America*, Cambridge, Mass./Londres, Massachusetts Institute of Technology, 1997. Dmitri Gouzévitch, “Augustin Betancourt (1758-1824) entre l'Espagne, la France et la Russie...”. Irina Gouzévitch, “Un siècle de

de máximo interés, porque permiten identificar dinámicas parecidas que se desarrollan en contextos distintos y porque ofrecen una base más firme para la formulación de las teorías universales, o al menos, para hacer generalizaciones a nivel más amplio, que las investigaciones limitadas a la historia nacional de los países hegemónicos. En las últimas décadas, los investigadores como Hélène Vérin, André Grelon, Irina Gouzévitch o Jonathan Harwood han integrado los resultados de la comparación en sus planteamientos teóricos sobre la configuración de la ingeniería moderna. En este trabajo me he beneficiado especialmente de los planteamientos sobre la circulación de modelos de formación y sobre la relación entre la configuración de la ingeniería moderna y la transformación del estado. Me he apoyado en el trabajo de Grelon y Gouzévitch sobre la circulación de modelos institucionales de formación de ingenieros y en la teoría de Harwood sobre la deriva académica en la formación de ingenieros.⁵⁶ He re-examinado sistemáticamente la hipótesis de Karvar sobre la relación entre la consolidación de las instituciones de ingeniería y proyectos amplios de reforma del marco político-jurídico. Asimismo el planteamiento de Konstantinos Chatzis y André Grelon sobre el doble anclaje de los ingenieros en la comunidad transnacional de expertos y en la comunidad nacional ha resultado fundamental para mi interpretación de los ingenieros españoles y otomanos por separado, como también en el ejercicio comparativo.⁵⁷ Para los propósitos de este trabajo ha resultado particularmente interesante también la aproximación sintética a la configuración de la ingeniería de Élisabeth Longuenesse, ya que trata de los ingenieros en el Oriente Medio; como también la reflexión comparativa de André Grelon sobre la ingeniería en Europa y en el Oriente Medio, que además resulta única por el hecho de otorgar un lugar prominente a la ingeniería otomana, mostrándola integrada en las grandes dinámicas de configuración de ingeniería en el siglo XVIII y situándola, desde una perspectiva a largo plazo, en un lugar intermedio.⁵⁸

politiques technico-scientifiques en Espagne et en Russie...". Anousheh Karvar, "Modernisation étatique et formation des ingénieurs militaires: la Roumanie, le Japon et la Perse au XIXe siècle", in Irina Gouzévitch, André Grelon, Anousheh Karvar, *La formation des ingénieurs en perspective. Modèles de référence et réseaux de médiation (XVIIIe-XXe siècles)*, Presses Universitaires de Rennes, 2004, 73-82. Caroline Lanciano, Marc Maurice, Jean-Jacques Sylvestre y Hiroatsu Nohara (eds.), *Acteurs de l'innovation et l'entreprise. France, Europe, Japon*, L'Harmattan, Coll. Dynamis, Paris, 1998.

⁵⁶ Irina Gouzévitch, André Grelon y Anousheh Karvar, *La formation des ingénieurs en perspective...* Jonathan Harwood: "Engineering Education between Science and Practice..."; Anousheh Karvar, "Modernisation étatique et formation..."; Irina Gouzévitch y Hélène Vérin, "Sobre la institución y el desarrollo de la ingeniería: una perspectiva europea", en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en España*, vol. 3, *El Siglo de las Luces. De la industria al ámbito agroforestal*, Real Academia de Ingeniería/Institución "Fernando el Católico"/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2005, 115-163. André Grelon y Irina Gouzévitch, "Reflexión sobre el ingeniero europeo en el siglo XIX: retos, problemáticas e historiografías", en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en España. El Ochocientos. Profesiones e instituciones civiles*, vol. 4, Real Academia de Ingeniería/Institución "Fernando el Católico"/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 269-321.

⁵⁷ Konstantinos Chatzis, "Introduction : The National Identities of Engineers", *History and Technology*, 23 (3, 2007), 193-196. André Grelon, "Introduction" en Ana Cardoso de Matos, Maria Paula de Diogo, Irina Gouzévitch y André Grelon (eds.), *The Quest for a Professional Identity: Engineers...*, 9-22.

⁵⁸ Elisabeth Longuenesse, "Introduction", en Elisabeth Longuenesse (ed.), *Bâtisseurs et Bureaucrats...*, 9-28. André Grelon, "Les ingénieurs du Maghreb et du Moyen-Orient: vue d'Europe", en Elisabeth Longuenesse (ed.), *Bâtisseurs et Bureaucrats. Ingénieurs et Société...*, 29-44.

En esta investigación he utilizado fuentes primarias de distintos tipos. Debido a la amplitud del tema, el uso de las fuentes primarias ha sido sistemático en algunos puntos del análisis, mientras en otros casos éstas han sido utilizadas de modo ilustrativo, para apoyar un argumento. En general, se pueden identificar cuatro grupos principales de fuentes primarias. El primer grupo está constituido por fuentes de carácter legal: leyes, decretos y reglamentos. El segundo grupo engloba los documentos de tipo “administrativo”, producidos por las instituciones de la Administración, por las escuelas superiores y, de forma marginal, por las asociaciones de ingenieros. Se trata sobre todo de presupuestos, de proyectos e informes, de expedientes personales, de privilegios reales y patentes, de reglamentos internos y de listas de miembros. El tercer grupo de fuentes primarias utilizadas en mi investigación incluye sobre todo el material hemerográfico -las revistas de los grupos profesionales, como también las obras creadas con el objetivo de divulgar los conocimientos técnicos y científicos entre algún grupo específico y/o entre el público-. Las revistas profesionales son el tipo de fuente que he podido utilizar de forma más sistemática, sobre todo el *Memorial de Ingenieros*, la *Revista de obras públicas* y la *Revista minera* en el caso español, y la *Revista de la Asociación de ingenieros y arquitectos otomanos* y la *Génie civil ottoman*. El cuarto grupo consiste en diversos tipos de fuentes autobiográficas. En esta categoría incluyo las memorias publicadas e inéditas (de algunos ingenieros españoles y otomanos, y de los expertos extranjeros que trabajaron en el Imperio Otomano), pero también los relatos de los viajeros que contienen datos y opiniones sobre la ingeniería civil y militar tanto en el Imperio Otomano como en España. De forma complementaria, he analizado los discursos que dieron los personajes relevantes en contextos institucionales, políticos y académicos, como también las obras publicadas por los intelectuales de la época.

Las fuentes primarias tienen sus posibilidades y limitaciones que hay que tener en cuenta al hacer uso de ellas. Al trabajar con las fuentes legales y con los proyectos de reforma he procurado tener en consideración el hecho de que las leyes y las normas no siempre anticiparon la práctica, sino que más bien revelan las intenciones de sus creadores y los conceptos subyacentes, o que incluso podían servir solamente para crear una imagen, o una apariencia de cambio. Por varias razones, en ocasiones, la actividad interventora se agotó en el momento de aprobar una medida legal. Algunos documentos administrativos pueden arrojar luz en este sentido, acercándonos a la aplicación en la práctica. Los informes y los proyectos a veces proporcionan una información muy detallada -y elaborada desde una posición que hace posible una crítica explícita- sobre el funcionamiento real de las instituciones. Por otra parte, suelen ofrecer interpretaciones que favorecen los objetivos del autor. El hecho de que las observaciones plasmadas en los informes hubieran pasado por la matriz cultural del autor invita a la cautela en su uso como fuente de información y a la vez les hace interesantes como textos a interpretar en sí. Los presupuestos del

Estado brindan la posibilidad de apreciar la evolución de los recursos otorgados a las instituciones vinculadas con la ingeniería y de la inversión en obras públicas por parte del Estado (en España estos presupuestos están disponibles desde 1849, en el Imperio Otomano desde 1841). Los presupuestos y los documentos de contabilidad además ofrecen datos sobre el número de ingenieros en activo y sobre sus sueldos. La dificultad estriba sobre todo en los cambios institucionales en el tiempo y también de las diferencias entre los dos países en cuanto a las categorías en las que se organizan los datos presupuestarios o de contabilidad.⁵⁹

En cuanto al análisis de los contenidos y del discurso de las revistas profesionales, nos topamos con el carácter hagiográfico de los artículos conmemorativos, de las necrologías, etc., lo que supone la necesidad de contrarrestar la información y la interpretación ofrecida por el autor con las referencias al mismo tema en ocasiones “corrientes”. Las revistas son, en general, una fuente primaria de gran riqueza, que brinda la posibilidad de analizar el discurso de los ingenieros a lo largo de la segunda mitad del XIX y comienzos del XX, sus consensos, sus polémicas y sus silencios; además de tener valor informativo en cuanto a las instituciones y los acontecimientos relacionados con los ingenieros civiles y militares. Algunas de estas revistas ofrecen el escalafón del cuerpo correspondiente o las listas de miembros de las asociaciones profesionales, la versión íntegra de las leyes y decretos relacionados con el ramo de su competencia y datos comparativos con la situación en el extranjero. En el caso de España, las revistas de ingenieros constituyeron un lugar de articulación del discurso corporativo-profesional de los ingenieros y lograron a convertirse no sólo en un espacio que facilitaba y estructuraba el debate interno, sino también en portavoces de las distintas especialidades. En el Imperio Otomano, las revistas de ingenieros proliferaron después de la revolución de 1908. Su aparición tardía, combinada con el hecho de que desde el principio transmitieron un discurso profesional articulado y coherente invita a plantear la cuestión de los espacios extraoficiales de debate y de intercambio profesional.

Las memorias y los libros de viaje constituyen una fuente primaria muy rica, que no obstante requiere una lectura sumamente cautelosa y crítica. En el caso de las memorias hay que tener en cuenta la motivación con la que escribe el autor, la distancia que le separa de los tiempos que relata, y muchos otros factores. En cuanto a las memorias editadas resulta a menudo imposible averiguar si el editor (o los familiares del autor) omitió o adaptó algunas partes de la narrativa. Los relatos de viaje también proporcionan información de gran valor, aunque hay que tener en cuenta sus limitaciones: los problemas del viajero con el idioma, la mediación de los traductores y de sus informantes e interlocutores *in situ*, el condicionamiento del viajero por el bagaje cultural que traía

⁵⁹ En España están disponibles también algunos presupuestos anteriores al año 1849. Para este periodo anterior, véase Francisco Comín, *Las cuentas de la hacienda preliberal en España (1800-1855)*, Banco de España, Madrid, 1990. Para los presupuestos otomanos: Tevfik Güran (ed.), *Osmanlı Mali İstatistikleri. Bütçeler, 1841-1918*, vol.7, *Tarihi İstatistikler Dizisi*, T.C Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara, 2003.

consigo (así un británico al que le disgustaba la figura del funcionario francés interpretó los intentos otomanos de aproximarse a ella como pasos en falso), la falta de tiempo para apreciar el funcionamiento de las instituciones (un viajero concluyó que la Academia Naval funcionaba mal ya que ni los profesores ni los alumnos iban a clase; en el tiempo de su visita, el edificio de la escuela estaba en obras), la costumbre de utilizar los relatos de otros viajeros sin especificar que no se trataba del testimonio propio, etc.⁶⁰

He desarrollado mi trabajo en varias instituciones. Entre las bibliotecas que disponen de abundantes fondos para el estudio del tema -incluyendo tanto fuentes primarias como secundarias-, figuran la Biblioteca Nacional de España y la *Bibliothèque Nationale de France*. En la Biblioteca Nacional de España he consultado, además de las fuentes secundarias, las fuentes primarias de carácter hemerográfico (las revistas), los compendios de leyes y las obras literarias de la época relevantes para los objetivos de mi trabajo. En la Biblioteca Nacional de Francia me he centrado sobre todo en las obras de los otomanos publicadas en francés, en las memorias de los expertos franceses y de otros países que trabajaron en el Imperio Otomano y en los relatos de los viajeros al Imperio Otomano. Mis compañeros de la Universidad de Estambul me han proporcionado el acceso a una amplia gama de fuentes secundarias, como también a algunas fuentes primarias: las revistas de las asociaciones profesionales de ingenieros en el Imperio Otomano, memorias manuscritas e impresas de ingenieros otomanos.

En cuanto a los archivos, he acudido a los archivos del Ministerio de Hacienda y del Ministerio de Fomento de España, al Archivo Histórico Nacional, al Servicio Histórico Militar, al Archivo histórico de la Oficina española de patentes y marcas en Madrid, al Archivo de la Presidencia del Gobierno de la República de Turquía (*T.C. Başbakanlık Osmanlı Arşivi*) en Estambul y al *Service Historique de la Défense* en Vincennes, Francia. En el Archivo del Ministerio de Hacienda de España he estudiado los presupuestos del Estado, en el del Ministerio de Fomento me he centrado en los expedientes personales de los ingenieros civiles decimonónicos y en el estudio de los procedimientos administrativos en los que éstos intervienen, en el Archivo Histórico Nacional he analizado los informes y las memorias escritas por los ingenieros y los documentos de la Junta de Caminos y Canales. En el Archivo histórico de la Oficina española de patentes y marcas he elaborado un estudio sistemático sobre los ingenieros como inventores e importadores de tecnología. En el Servicio Histórico Militar he consultado las fuentes hemerográficas (la revista *Memorial de Ingenieros del Ejército*) y los llamados estados del cuerpo que incluyen los

⁶⁰ Gianbattista Toderini, *De la littérature des turcs*, Chez Poinçot, Libraire, rue de la Harpe, Paris, 1789; Dominique Sestini, *Lettres de M. Abbé Dominique Sestini écrites à ses amis en Toscane pendant le cours de ses voyages en Italie, en Sicile et en Turquie, sur l'histoire naturelle, l'industrie et le commerce de ces différentes Contrées*, La Veuve Duchesne et Fils, Paris, 1789, vol.III (traducido del italiano por M.Pingeron); Charles MacFarlane, *Turkey and its destiny. The result of journeys made in 1847 and 1848 to examine into the state of that country*, John Murray, Londres, 1850, vol. 2.

escalafones y los destinos de los ingenieros militares a lo largo de la época estudiada. En el Archivo Otomano de la Presidencia del Gobierno de la República de Turquía he buscado información de todo tipo sobre los ingenieros militares y civiles en el Imperio Otomano. En mi búsqueda me he centrado en los fondos del Ministerio de Obras Públicas otomano, sin dejar de lado las instituciones de formación de ingenieros militares y civiles. Asimismo he analizado fuentes relacionadas con la práctica de los ingenieros en el Imperio Otomano, incluidos los contratos de los ingenieros extranjeros que trabajaron para la Administración. En cuanto a las empresas, he combinado los documentos que dan cuenta de su interacción con la Administración con la información de las revistas profesionales, pero sobre todo me he apoyado en fuentes secundarias. En el *Service Historique de la Défense* he analizado los documentos producidos por los expertos militares franceses que trabajaron al servicio del sultán, como también las traducciones al francés de algunos documentos otomanos relacionados con las instituciones en las que trabajaron estos expertos. También he tenido acceso a algunos documentos de las cajas de Turquía del Archivo del Ministerio de Asuntos Exteriores de Francia, sobre todo a los informes de la embajada francesa en Constantinopla.

La estructura corresponde al carácter experimental de la tesis. En primer lugar se ofrecen dos grandes secciones, una dedicada a España y otra al Imperio Otomano. Aunque ambas están divididas en cuatro capítulos temáticos, hay ciertas diferencias entre ellas. La sección dedicada a España constituye el eje principal del trabajo, abre temas clave para la comparación, pero al mismo tiempo aspira a sostenerse por sí misma, como una síntesis sobre la ingeniería española en largo siglo XIX. La parte otomana, mientras pretende proporcionar nuevos datos e interpretaciones, como también plantear una serie de hipótesis con relevancia interna (es decir, para la historia de la ingeniería otomana) y abrir cuestiones importantes, no puede aspirar a constituir un síntesis comparable con la sección española debido a la fase inicial en la que se encuentra la historia de la ingeniería otomana. Los resultados de la puesta en paralelo están sistematizados en el capítulo comparativo, mientras las conclusiones proponen posibles respuestas, aunque sean parciales, a las grandes cuestiones planteadas y también evalúan los resultados de todo el experimento comparativo.

Como se desprende de lo hasta aquí explicado, este trabajo tiene un planteamiento a la vez ambicioso y arriesgado. Por una parte aspira a ofrecer un acercamiento sistemático a la historia de los ingenieros en España y en el Imperio Otomano. Por otra parte trata de identificar grandes tendencias en la configuración de la ingeniería moderna y analizarlas desde la perspectiva comparativa, con el fin de postular una serie de afirmaciones generales, que resulten relevantes para la historia de las profesiones y para la historia de la ingeniería en particular. Para conseguir estos

objetivos, he optado por una comparación a largo plazo y he tenido que adentrarme en cuestiones que sobrepasan la historia de la ingeniería. Ambas decisiones implican riesgos importantes sobre todo tratándose de una tesis doctoral elaborada por una investigadora en la fase inicial de su carrera, con una experiencia y unos conocimientos necesariamente limitados. No obstante considero que sin asumir estos riesgos no sería posible acercarse a los principales objetivos de este trabajo.

Parte I. Los ingenieros en España

Capítulo 1. - Los ingenieros y el cambio político

La ingeniería española tiene una tradición sólida y sus raíces se extienden mucho más allá del largo siglo XIX. A comienzos de la época estudiada en este trabajo nos encontramos con las instituciones de ingeniería militar consolidadas, y cuyo campo de acción se extiende más allá de las tareas bélicas. La primera sección de este capítulo, *La guerra y el fomento: de la Ilustración a la década moderada*, examina la diferenciación conflictiva de dos campos de acción gubernativo-administrativa, el civil y el militar. El discurso de fomento aparece, junto con otros factores, como fuerza motriz de la intervención administrativa. En los años 1770-1830, el discurso de fomento sólo empezaba a alcanzar una posición hegemónica. Sus plasmaciones institucionales sufrieron cierta inestabilidad, tanto por la falta de consenso alrededor de su existencia, como debido a las disrupciones ocasionadas por las guerras y los cambios de régimen. Analizaré la interacción de estas dinámicas con la consolidación de la ingeniería civil y la redefinición de la ingeniería militar.

El segundo tercio del XIX emerge como un periodo de consolidación de la ingeniería civil como carrera(s) del Estado y también por el surgimiento de un modelo a la vez complementario y alternativo, el de la ingeniería industrial, orientada hacia el sector privado. La sección *El régimen liberal: la consolidación y la expansión de la ingeniería* analiza estos procesos dentro del amplio marco de la construcción del Estado-Nación, preguntándose, entre otras cosas, hasta qué punto fue excepcional la posición de los cuerpos de ingenieros dentro el aparato administrativo o cuáles eran los principios que subyacían en la forma que tomó la educación tecnocientífica destinada a nutrir el sector privado. La articulación de la dicotomía entre el Estado versus el sector privado está en el núcleo mismo de los conflictos que se tratan en el apartado *Entre la reforma y la revolución*. Los ingenieros destacaron entre los portavoces del liberalismo radical y resultará revelador examinar cuál fue su actuación durante el Sexenio democrático, cuando tuvieron la oportunidad de llevar sus ideas en la práctica.

La última sección, *Orden y Regeneración: los ingenieros de la Restauración*, afronta cuestiones como la redefinición de la ingeniería como una profesión o la consolidación de los ingenieros como grupo(s) socio-profesional(es) dentro de las élites españolas. Estas transformaciones tuvieron lugar en un periodo marcado no solamente por grandes procesos como el surgimiento de los movimientos de masas o la segunda revolución industrial, sino también por la conciencia de una profunda crisis, un fenómeno en gran medida transnacional. Esta conciencia de crisis, fomentada en el caso particular de España por el Desastre del 98, nutrió un movimiento regeneracionista y estimuló la apertura de nuevos campos de acción intervencionista dentro de la

Administración y fuera de ella. Examinaré las formas en las que se insertaron los ingenieros en este escenario.

1. *La guerra y el fomento: de la Ilustración a la década moderada*

En el siglo XVIII se produjo en España un cambio sustantivo en las iniciativas promovidas por la Corona, desarrollándose un esfuerzo de intensidad intermitente por establecer el control directo sobre el territorio y movilizar los recursos disponibles. Un importante impulso en esta dirección se dio con la instauración de la nueva dinastía en la primera década del siglo XVIII: basándose en una visión patrimonialista del reino, los Borbones alteraron las estructuras de la monarquía hispana desplegando una serie de políticas que reforzaban la vertiente gubernativa del poder real. La actividad orientada hacia la consecución de un mayor control del territorio se inscribía dentro de la pugna por fortalecer el dominio del Soberano, ampliando su poder hacia las funciones ejecutivas-administrativas.¹

En el campo que nos concierne, destacan una serie de acciones administrativas en esta dirección, como son las ordenanzas e instrucciones, que organizaron el territorio, impulsaron medidas para su exploración sistemática plasmada en descripciones cartográficas y redefinieron las competencias en la materia de la construcción y del mantenimiento de las vías de comunicación hacia un modelo mixto. Dicho modelo dejaba en manos de los municipios la financiación, la construcción y el mantenimiento de gran parte de las obras. Mientras, introducía a nivel “de Estado” ciertas novedades dirigidas a elaborar un marco de actuación más sistemática *desde arriba* en esta materia.² Surgió el proyecto de una *red* viaria, un concepto que, como apunta Antoine Picon, constituye la síntesis entre la noción geográfico-política de la ordenación del territorio con el ideal de la regulación de los flujos circulatorios.³ Un hito especialmente importante lo supuso la reforma hacendística de Ensenada de 1749. Dicha reforma sentó las bases financieras y administrativas para el despliegue de las políticas intervencionistas promovidas desde las Secretarías, en las que convergieron los planteamientos de los arbitristas españoles del siglo XVII con las medidas de política económica reivindicadas por los mercantilistas franceses.⁴ En la segunda mitad del siglo

¹ Pablo Fernández Albadalejo, “La monarquía de los Borbones”, *Carlos III y la Ilustración*, Ministerio de Cultura, Madrid, 1989, 1-89. En esta sección se utilizan partes del artículo: Darina Martykánová, “Les fils du progrès et de la civilisation: les ingénieurs des travaux publics en Espagne aux 18e et 19e siècles,” *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 10 (2009), 251-270.

² Entre ellas destaca la Instrucción e Intendentes de 4 de julio de 1718, la Ordenanza de Intendentes de 13 de octubre de 1749, el plan Esquilache del 10 de junio de 1761 (desarrollado en el reglamento del 2 de diciembre del mismo año), etc. El Plan Esquilache, por ejemplo, preveía la creación de una red viaria, la creación de la Superintendencia de caminos, la vinculación de las carreteras a la Hacienda y su financiación del Tesoro. Véanse Pablo Alzola y Minondo, *Historia de la obras públicas en España*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1994 (1era edición, 1899); Santos Madrazo, *El sistema de transportes en España, 1750-1850*, Turner, Madrid, 1984, 95-97.

³ Antoine Picon, “Arquitectos e ingenieros”, en Vincenzo Ferrone y Daniel Roche (eds.), *Diccionario histórico de la Ilustración*, Alianza Editorial, Madrid, 1998, 174.

⁴ Para mantener la calidad de las obras construidas, se impulsó la creación de una plantilla de empleados

XVIII, los proyectos de obras de utilidad general fueron más numerosos y sistemáticos, además de dar lugar a la creación de instituciones específicas encargadas de acometerlos.

Para entender la nueva actividad legisladora, organizadora y constructora desplegada por la Corona en el ámbito de las obras reales, resulta clave fijarse en el concepto de *fomento*. En el siglo XVIII, hacía referencia a potenciar la capacidad de generar riqueza del territorio gobernado, dado que la fuerza económica se percibía como una de las bases imprescindibles del poder del Soberano y de la relevancia mundial de su reino. En el último tercio del siglo XVIII se produjo una intensificación de las actividades de intervención y transformación por parte de la Corona,⁵ a la vez que los intelectuales profundizaron en el discurso que responsabilizaba a los gobernantes y a los “hombres ilustrados” del fomento no solamente de la riqueza del país, sino también del bienestar y de la felicidad de los súbditos.⁶ El concepto de fomento se hizo más concreto y específico, su redefinición incluía principios como la convicción de que el flujo libre de personas, ideas, propiedad y mercancías dentro del reino incrementaría la prosperidad del país y la felicidad de sus habitantes. Por lo tanto, las políticas de la Corona deberían orientarse hacia la superación de los obstáculos naturales, legales y mentales, acumulados a lo largo de los siglos, que impedían o ralentizaban el progreso.⁷ Estos aspectos liberales en los planteamientos de los reformistas ilustrados no suponían en ningún momento quitarles protagonismo a las instituciones vinculadas a la Corona. Al contrario, con el propósito de eliminar las barreras, se fue ensanchando el campo de actuación de las instituciones vinculadas al poder central.

Sería equivocado suponer que la introducción de las políticas de intervención en general, y la creación de las instituciones relacionadas con las obras públicas en particular, fue un proceso lineal, gradual y acumulativo. Al contrario, las medidas introducidas por algunos gobernantes fueron objeto de conflicto, viéndose contestadas por aquellos que las consideraban como gastos innecesarios e incluso como actividades que no correspondían a la Corona. A la discontinuidad e inestabilidad de las nuevas medidas e instituciones contribuía, además de la falta de consenso y de medios, la debilidad o la inexistencia de estructuras administrativas que garantizaran la introducción efectiva y la continuidad de dichas políticas. En numerosas ocasiones las nuevas medidas administrativas quedaban en papel mojado o dejaban de aplicarse en cuanto la persona que las había

permanentes encargados de la conservación de las carreteras (peones camineros, celadores). Asimismo se contó con el trabajo de los labradores e incluso con el de los esclavos y presidiarios.

⁵ La Superintendencia de caminos se unificó, por el RD de 8 de octubre de 1778, con la de Correos, ambas adscritas a la primera secretaría de Estado. La Ordenanza general de 1794 contribuyó a concentrar las competencias en cuanto a los caminos bajo una sola dirección, la del Superintendente-primer secretario de Estado, cuyos deberes incluían el de velar por la construcción, la conservación y la gestión de los gastos de caminos, para lo que le fueron adscritos arbitrios concretos. De este modo, la Dirección general de caminos, adscrita a la Superintendencia, representa el núcleo de la futura Dirección general de obras públicas.

⁶ Citemos nombres notorios como Jovellanos, Campomanes u Olavide.

⁷ A falta de un estudio monográfico sobre las transformaciones del concepto de fomento, véase Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología. Una historia de los ingenieros agrónomos en España*, Asociación Nacional de Ingenieros Agrónomos, Madrid, 2005, 41-45.

impulsado cesaba en el cargo.

Las políticas intervencionistas en general, y la construcción de carreteras, canales y puentes y la elaboración de los mapas en particular, precisaban de personas capaces de llevarlas a cabo. Los gobernantes utilizaron a aquellos que tradicionalmente se habían ocupado de la construcción de las obras reales, como eran arquitectos, ingenieros militares o constructores con experiencia práctica, tanto locales como extranjeros. No obstante, dentro del nuevo panorama se iba configurando la figura moderna del ingeniero del Estado, tal como lo define Antoine Picon: “Al contrario de la arquitectura, que se limita a la concepción de uno o más edificios aislados en el espacio y el tiempo, el ingeniero de Estado considera la ordenación del territorio como una tarea teóricamente ilimitada, y sus proyectos deben mantener entre sí vínculos estrechos”.⁸ En España, los primeros ingenieros que se emplearon de forma sistemática para llevar a cabo los proyectos de transformación territorial fueron los ingenieros militares, organizados en un cuerpo desde el año 1711. En los siglos XVII y XVIII se estaba produciendo una redefinición de la ingeniería militar española, organizándose los ingenieros militares en un cuerpo e introduciéndose en la formación del ingeniero la instrucción formal, uniforme y matematizada. Estos cambios ocurrieron prácticamente en sincronía con las mismas tendencias en Francia, hasta el punto de que me aventuraría a afirmar que se podía tratar de un proceso de influencias mutuas marcado por hitos como la fundación de la Academia Real y Militar del Ejército en Flandes en 1675, la obra de Vauban, la organización de los ingenieros militares franceses y españoles en cuerpos en 1690 y 1711, respectivamente, y la creación de la Academia militar de matemáticas en Barcelona en 1716 (abierta en 1720) y de la École royale du génie en Mézières en 1748.

Sin embargo, a diferencia de Francia, los ingenieros militares y navales españoles fueron empleados sistemáticamente en tareas que no tenían carácter bélico sin tener que competir con los ingenieros civiles (en el sentido utilizado en el contexto de la ingeniería española, es decir, no-militar). Hasta los últimos años del siglo XVIII los gobernantes españoles prefirieron encargar a los ingenieros militares y a los marinos la dirección de los nuevos centros de producción científica vinculados a las estructuras militares como el Observatorio astronómico de Cádiz o el Depósito hidrográfico de Madrid, y su peso fue importante también en las instituciones de carácter civil.⁹ Además, en el año 1774, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército se dividió en tres secciones, creándose una especialmente dedicada a la construcción de obras civiles. Este paso podría considerarse como la consagración de dicha área dentro de las atribuciones de los ingenieros militares. Sin embargo, a su vez sería posible interpretarlo como un signo del creciente reconocimiento de la separación entre las esferas civil y militar dentro del campo de acción del

⁸ Antoine Picon, “Arquitectos e ingenieros”, 174.

⁹ Leoncio López-Ocón, *Breve historia de la ciencia española*, Alianza, Madrid, 2003.

poder central, al crearse dos secciones separadas según los criterios *obras civiles* – *obras militares* (estando la tercera sección compuesta por los docentes de la academia de ingenieros). Por otra parte, incluso el Cuerpo de ingenieros cosmógrafos creado en 1796, y pensado originalmente como un cuerpo civil, adquirió enseguida carácter militar. Este fenómeno de la militarización que se extendía por el área más amplia de las políticas científico-técnicas del absolutismo ilustrado español, ha sido analizado por los historiadores de la ciencia Antonio Lafuente y José Luis Peset. Según estos investigadores, la militarización correspondía al afán de mantener un estrecho control sobre la introducción de la tecnociencia en España, y sobre su producción, enfocando los nuevos saberes hacia fines eminentemente utilitarios y limitando los peligros de la disidencia ideológica.¹⁰

Optar por los ingenieros del ejército y por los marinos para encargarles la renovación científica y la implantación de las nuevas tecnologías tenía importantes ventajas para los reformistas ilustrados españoles, ya que sus estructuras estaban al alcance del gobierno central y su mera existencia no se ponía en duda como podría serlo la de los nuevos organismos de carácter civil vinculados con la administración. La mayor desventaja consistía en el que había que contar con las dinámicas propias de la jerarquía militar que podían entorpecer la actuación de los reformistas y el funcionamiento de las nuevas instituciones.¹¹ De todos modos, tanto en el último tercio del siglo XVIII, como durante todo el siglo XIX, resulta clave el papel que desempeñaron los ingenieros del Ejército y de la Marina en ámbitos como geografía, cartografía, topografía o estadística a través de organismos como el Depósito de Guerra, el Depósito Hidrográfico, la Comisión de estadística general o la Comisión directiva del Mapa de España.

A finales del siglo XVIII surgieron las primeras iniciativas que apuntaban hacia la creación de cuerpos civiles de ingenieros. Dentro del despliegue de la acción gubernamental se fue afianzando la convicción de que la Corona debería contar con unos “funcionarios útiles”, expertos al servicio del Trono y brazos ejecutores de las políticas intervencionistas.¹² Tales planteamientos coincidían con las prácticas del cameralismo alemán que calaron en numerosos países europeos en aquella época, y con los cambios en el mismo sentido que tuvieron lugar en Francia.¹³ Además, como ya se ha constatado, cada vez se fue estableciendo más firmemente la división entre lo militar y lo civil, no solo debido al aumento en la diversidad y en la cantidad de las tareas, sino también dada la nueva noción de la administración y sus contenidos fomentistas. En tal contexto surgieron

¹⁰ Antonio Lafuente y José Luis Peset, “Las actividades e instituciones científicas en la España ilustrada” en Manuel Sellés, José Luis Peset y Antonio Lafuente (eds.), *Carlos III y la ciencia de la Ilustración*, Alianza Editorial, Madrid, 1988, 29-79.

¹¹ Antonio Lafuente y José Luis Peset, “Las actividades e instituciones científicas...” y Leoncio López-Ocón, *Breve historia de la ciencia...*, 197-199.

¹² Santos Madrazo, *El sistema de transportes en España, 1750-1850*, 109. Madrazo cita las Cartas político-económicas al Conde de Llerena de León de Arroyal como ejemplo del “paternalismo reformista del siglo XVIII” que oponía los “funcionarios útiles a la “nobleza inútil”.

¹³ Sobre el impacto del cameralismo véase Ernest Lluch, *Cameralism Beyond the Germanic World: a Note on Tribe*, Instituti editoriali e poligrafici, Pisa, 1997.

propuestas para crear cuerpos civiles especializados, señalando la necesidad de contar con portadores de conocimientos específicos para llevar a cabo grandes proyectos ilustrados, sobre todo la elaboración de cartas y la construcción de obras hidráulicas. Cabe subrayar que la iniciativa no provenía siempre de los círculos más altos de gobierno, sino que muchas veces partió de los hombres de ciencia quienes -a la vez que buscaban cargos y méritos al servicio del soberano- se consideraban miembros de una comunidad universal de hombres ilustrados llamados a extender las luces. Conforme con las tendencias previamente institucionalizadas en la ingeniería militar de definir la cualificación como la instrucción formal y científica, los que se iban a encargar de dirigir la elaboración de cartas, la explotación de minas o la construcción de carreteras y canales deberían disponer de un bloque de conocimientos teóricos especializados. Para que España dispusiera de hombres con estas características, y en el marco más amplio de políticas de autosuficiencia técnico-científica desplegadas durante los reinados de Carlos III y Carlos IV, se estableció un cuadro de actuación que consistía en cuatro aspectos:

1. la invitación de expertos foráneos
2. el envío de hombres con talento -dotados de una pensión- para estudiar en las instituciones especializadas en el extranjero y para observar las nuevas técnicas en lugares de producción civil y militar (minas, astilleros, fábricas de material militar, etc.)
3. la promoción de las traducciones y la redacción de obras originales
4. la fundación de instituciones propias de organización administrativa (cuerpos de facultativos), de producción científica (institutos y academias) y de enseñanza (escuelas especiales).

En el campo que nos concierne – el de la ingeniería - destaca el papel determinante del envío de pensionados a los distintos puntos de Europa para que desempeñaran una serie de tareas, entre las que figuraban la instrucción a través de la observación y de los estudios en las instituciones extranjeras de enseñanza especializada. Además de encargarse a los enviados el elaborar planos y modelos de máquinas y obras, sobre todo hidráulicas, que pudieran resultar beneficiosas para España (en ocasiones, esta última actividad podría ser percibida como espionaje militar e industrial).¹⁴ El interés de las autoridades se centró en varios ámbitos, sobre todo en la minería, en las obras y las máquinas hidráulicas y en la tecnología militar. Sin embargo, los pensionados disponían de una autonomía que les permitía – hasta cierto punto- orientar su formación según sus intereses y dejarse influir por los modelos vigentes de formación científico-tecnológica en los países

¹⁴ Actualmente hay un vivo debate sobre el tema, centrado en la cuestión de hasta qué punto el término *espionaje* – o, en concreto, de espionaje industrial- es aplicable a los contextos culturales y temporales distintos, teniendo en cuenta que las nociones (de secreto, de autoría, de propiedad), como también las prácticas del uso (compartir, patentar, comercializar, etc.) pueden variar radicalmente. Para una aportación muy interesante al tema, en la que se analizan también los viajes de Betancourt, véase Peter Jones, “‘Commerce des Lumières’: The International Trade in Technology, 1763-1815”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 10 (2009), 67-82.

que visitaron. A partir de esta inmersión y haciendo uso de sus contactos en la administración española, estos hombres desplegaron una serie de recursos a su alcance para conseguir no solamente la promoción individual, sino también la institucionalización científico-tecnológica en España. Escribieron cartas, solicitaron audiencias, redactaron memorias y formularon propuestas, contribuyendo así de manera decisiva a la configuración de la ingeniería civil española como ligada a la administración.¹⁵

En concreto, podemos observar la contribución a la ingeniería de minas tal como iba a configurarse en el primer tercio del siglo XIX de los hermanos Elhúyar o la iniciativa de Agustín de Betancourt y Juan López de Peñalver, decisiva en el desarrollo de la ingeniería de caminos. La importancia de los estudios en el extranjero queda patente si nos fijamos en que en España, en el último tercio del siglo XVIII estaban en funcionamiento de forma intermitente diversos centros en los que se podía adquirir cierta formación en las materias relacionadas con la minería como química o metalurgia, como el Real seminario de minería de la Nueva España fundado en México en 1792, el Real Seminario Patriótico Vasco en Vergara, el Real Instituto Asturiano en Gijón y, sobre todo, la Academia de minas fundada en 1777 en Almadén por Heinrich Storr. Sin embargo, el único establecimiento en la Península Ibérica que fue capaz de producir personas cualificadas de forma constante era la Academia de Almadén.¹⁶ Andrés del Río, Francisco de la Garza y los hermanos Diego y José de Larrañaga - hombres formados en la Academia de Almadén - fueron pensionados para realizar el *grand tour* por Europa con el propósito de conocer nuevos sistemas metalúrgicos y de aprovechamiento de minas. Los frutos del trabajo de los antiguos pensionados son más que obvios: Larrañaga como director de la mina de Almadén introdujo un método de explotación, novedoso a nivel mundial.¹⁷ Fausto Elhúyar, quien había sido formado en París, Freiberg y Uppsala, enseñó en el Real Seminario de Vergara y adquirió amplia experiencia a cargo de la Dirección general de minería en Nueva España (México). Más adelante desplegaría sus dotes de persuasión durante la Década ominosa, aprovechando la preocupación del gobierno fernandino por la pérdida de los recursos mineros de las colonias, y contribuyó a redactar la Ley de minas e impulsar la reforma de la educación minera, que desembocaría en la fundación de la Escuela de minas.¹⁸

¹⁵ Citemos los informes y las memorias de Agustín Betancourt, de Juan López de Peñalver, de Agustín de Larrañaga, el plan del cuerpo de ingenieros cosmógrafos de Salvador Jiménez Coronado, la correspondencia entre el embajador Fernán Núñez y Betancourt. Véase la bibliografía para los informes y memorias. Para las cartas entre Fernán Núñez y Betancourt: Antonio Rumeu de Armas, *Ciencia y tecnología en la España ilustrada. La Escuela de Caminos y canales*, Colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos/Turner, Madrid, 1980, 37-70.

¹⁶ Gérard Chastagneret, *L'Espagne puissance minière dans l'Europe du XIXe siècle*, Casa de Velázquez, Madrid, 2000, 127-128.

¹⁷ Luis Mansilla Plaza y Rafael Sumozas García-Pardo, "La ingeniería de minas: de Almadén a Madrid", en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e Ingeniería en España*, vol. 5, *El ochocientos, Profesiones e instituciones civiles*, Real Academia de Ingeniería/Institución 'Fernando el Católico'/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2007, 105.

¹⁸ Jesús Palacios Remondo, *Los Delhuyar: La Rioja en América: biografía de los hermanos Juan José y Fausto a través de fuentes y bibliografía*, Consejería de Cultura, Deportes y Juventud, Logroño, 1993.

En otro ámbito cabe destacar el *equipo hidráulico* que reunió en París el hombre de ciencia canario Agustín de Betancourt. Además de dedicarse a identificar las máquinas que podían resultar útiles y elaborar modelos de ellas, tal como les fue encargado desde España, los miembros del equipo profundizaron en su educación en la *École des Ponts et Chaussées* y en el discurso fomentista. A finales de su *grand tour* por Europa, en julio de 1791, Betancourt y otro becario, Juan López de Peñalver, redactaron la *Memoria sobre los medios de facilitar el comercio interior*, dirigida al conde Floridablanca, primer secretario de Estado y superintendente de correos y caminos.¹⁹ Esta memoria defendía la importancia clave de los caminos y canales para la prosperidad del reino, resumía los métodos más novedosos de su construcción y proponía crear un sistema integral de financiación, planificación y administración de las vías de comunicación y de obras hidráulicas que, según su opinión, exigían un alto nivel de conocimientos especializados. Reiteraba la *Memoria* la imperiosa necesidad de un cuerpo especializado de ingenieros y proponía su estructura jerárquica, además de abogar por la creación de una escuela en la que se formaran los facultativos.

Sin embargo, la iniciativa de los hombres de ciencia ilustrados y la convicción de algunos gobernantes no bastaron para que estas instituciones tomaran cuerpo. Se ha señalado al papel que han jugado los desastres tanto naturales como inducidos por el error humano en impulsar ciertas medidas que habían sido desechadas por costosas y/o innecesarias.²⁰ Obviamente, los mecanismos de actuación de las autoridades frente a estos acontecimientos son bien distintos en un contexto en el que existe la opinión pública y unos medios de comunicación capaces de movilizarla, y en el muy distinto caso de una monarquía absoluta que opera en un imperio fragmentado y cuyas políticas de intervención carecen de legitimidad generalizada en el contexto del Antiguo Régimen. En el ámbito que nos concierne, dos accidentes parecen tener estrecha relación con la creación de las instituciones de la ingeniería civil en España. Sáenz Ridruejo ha señalado la relación entre el desmoronamiento del puente del Rey en la carretera de Valencia en el año 1798 y la fundación de un cuerpo facultativo de caminos el año siguiente.²¹ Al parecer, esta muestra de incapacidad de los arquitectos en lo relativo a la parte técnica de las obras aceleró por fin el proyecto de Betancourt y

¹⁹ Agustín de Betancourt y Juan López Peñalver, *Memoria sobre los medios de facilitar el comercio interior*, 20 de julio de 1791, *AHN*, Estado. Reproducida en Ernest Lluch (ed.), *Escritos de López de Peñalver*, Instituto de Cooperación Iberoamericana/ Instituto de Estudios Fiscales, Madrid, 1992, 5-32. La Revolución francesa forzó el regreso de los pensionados a España, que se produjo en 1791. Las autoridades españolas no querían arriesgarse a que se perdieran los modelos de máquinas e incluso surgían dudas sobre la seguridad personal (¿acaso también sobre una posible “contaminación” política?) de los pensionados españoles en Francia.

²⁰ Sobre el papel del fracaso en la historia de la ingeniería existe un gran número de obras, entre las que abundan sobre todo aquellas enfocadas desde el punto de vista de la evolución tecnológica. Desde otro punto de vista, examinando como cierta cultura de organización puede contribuir a los fallos de las obras de ingeniería, véase: Eda Kranakis, “Fixing the blame: Organizational Culture and the Québec Bridge Collapse”, *Technology and Culture*, 45, (3, 2004), 487-518.

²¹ Fernando Sáenz Ridruejo, *Los ingenieros de caminos*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1993, 32.

Peñalver, aplazado por la caída de su principal valedor, el conde Floridablanca en 1792. Esta hipótesis se sostiene teniendo en cuenta el papel de José Naudín, el conde de Guzmán, que vincula ambos acontecimientos, el hundimiento del puente y la creación del cuerpo. José Naudín, entonces Subdelegado de caminos en Cataluña, fue encargado de examinar el lugar del percance y ofrecer soluciones. El conde de Guzmán elaboró una propuesta de creación de una inspección de caminos con un cuerpo de facultativos a su servicio, que fue modificada por la Junta de Dirección de correos y caminos para luego ser plasmada en la real orden fundadora del cuerpo de caminos, fechada en 12 de junio de 1799.²² El segundo caso, estudiado por Bordes y Chabal, es la rotura de la presa de Puentes, la más grande del mundo en ese momento, que causó cientos de víctimas mortales en Lorca.²³ Agustín de Betancourt aprovechó la ocasión para reiterar su convicción de que existía una necesidad apremiante de disponer de ingenieros con formación teórica y práctica en hidráulica, llamando la atención sobre la insuficiencia de estudios de los encargados de obras públicas, atribuyéndoles los consecuentes errores de construcción de canales y el despilfarro de dinero. Se preguntaba por qué no se invertía en facilitar “*la instrucción de las personas en quienes se depositan los intereses, la seguridad, la confianza y gran parte de la prosperidad de la nación*”,²⁴ además de hacer un llamamiento atípico para su época, como bien apunta Josefina Gómez Mendoza, para que se aprovechara la experiencia de los labradores del lugar en la elaboración de los proyectos.²⁵ En noviembre de 1802 - poco después de la catástrofe - se abrió la escuela llamada entonces Estudios de la Inspección general de caminos y canales, y conocida como Estudios de hidráulica del Buen Retiro. Fue un triunfo de los que predicaban la necesidad del conocimiento científico y de la instrucción formal de los encargados de obras públicas y la superioridad de esta forma de enseñanza sobre el antiguo sistema de aprendizaje 'maestro-aprendiz'. A la vez significó el reconocimiento de la superioridad de los criterios técnicos sobre los estéticos, y en consecuencia, del ingeniero sobre el arquitecto.

Dentro de la actividad renovadora de Manuel Godoy – interpretada por Antonio Reguera en el amplio marco de la movilización de recursos para una política de guerra con los países vecinos -

²² La real orden del 12 de junio de 1799, publicada en su plenitud en *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario, (1899), páginas sin numerar.

²³ Jean-Pierre Chabal y Jean-Louis Bordes, “Puentes, 1802: la rupture du plus grand barrage du monde, ou le double échec d’Antonio de Robles. Le rapport Betancourt”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 10 (2009), 151-167.

²⁴ Agustín Betancourt, “Informe dado por don Agustín de Betancourt sobre los pantanos y reparos que deben hacerse en Lorca”, Manuscrito conservado en Archivo de Lorca, 1802, reproducido en Julio Muñoz Bravo, “Agustín de Betancourt en Lorca”, en *Betancourt. Los inicios de la ingeniería moderna en Europa. Exposición*, CEDEX – CEHOPU, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid, 1996, 88-98. Agustín de Betancourt, “Noticia del estado actual de los caminos y canales de España. Causas de sus atrasos y defectos, y medios de remediarlos en adelante,” *Revista de Obras Públicas*, 5 (1869), 54-58; 6 (1869), 68-71; 10 (1869), 115-116; 13 (1869), 156-157. (El documento original es del 28 de abril de 1803, en el n.º 5 de la *Revista de Obras Públicas* aparece una vez datado incorrectamente el año 1808, pero en el resto de las ocasiones consta el año correcto, 1803).

²⁵ Josefina Gómez Mendoza, “Los ingenieros de caminos y de montes y su intervención en el paisaje”, en Joan F. Mateu Bellés y Manuel Nieto Salvatierra (ed.), *Retorno al paisaje*, Evren, Valencia/Madrid, 2008, 484-486.

y debido al impulso inmediato proporcionado por las catástrofes, España contaba a principios del siglo XIX con un pequeño cuerpo de ingenieros civiles y su respectiva escuela, ambos adscritos a la Inspección de caminos.²⁶ En su definición de las ocupaciones de la Inspección y del cuerpo adjunto (trazado y alineación de caminos y canales, las obras de mampostería, puentes, etc.) la Junta de la Dirección de correos y caminos se había mostrado receptiva a la propuesta de Naudín de incluir los canales en el ramo. La razón explícita fue que desempeñaban la misma función al ser vías de comunicación, aunque también había otra, implícita, pues con la inclusión de los canales en el ramo de Caminos se ampliaban las competencias de la misma Junta. Quedó así delimitado el campo de actuación de los que pronto iban a denominarse oficialmente ingenieros de caminos y canales. Las competencias atribuidas a este cuerpo condicionaron más adelante los contenidos en España del término *obras públicas*. En su uso administrativo estas palabras solían referirse a las obras bajo competencia del cuerpo de caminos y canales, es decir, carreteras, puentes, canales, también puertos y faros (por ampliación de competencias en 1835) y caminos de hierro (por avance tecnológico).²⁷

La organización de los ingenieros civiles en un cuerpo puede interpretarse como la confluencia de varias tradiciones autóctonas y extranjeras. En primer lugar, el impacto del ejemplo de los cuerpos facultativos del Ejército y de la Marina que se encontraban relativamente consolidados en la España de finales del Setecientos (artilleros, ingenieros del Ejército e ingenieros navales), iría acentuándose conforme avanzaba el siglo XIX. Así lo atestiguan los reglamentos de los cuerpos civiles de ingenieros de aquella época, que terminarían por incorporar no solamente las reglas de la disciplina y del honor asociadas tradicionalmente con los oficiales del ejército, sino también algún rasgo visible como el uso del uniforme. No hay que olvidar, sin embargo, el amplio marco de los esfuerzos por consolidar unos tentáculos administrativos ligados directamente al soberano, que desde el centro reforzaran el control central sobre sus dominios, percibidos cada vez más como un territorio-espacio de conocimiento, ordenación y transformación. En este punto, la iniciativa española se inscribe en las tendencias existentes en varios países europeos de la época, aunque solo en algunos de ellos se optara por encuadrar a los ingenieros de la misma forma, en cuerpos de funcionarios de carácter civil. Por otra parte, las corporaciones del Antiguo Régimen que

²⁶ Antonio T. Reguera Rodríguez, *Geografía de Estado...*, 118. La plantilla del ramo de Caminos y Canales iba a componerse de 3 comisarios de la Inspección, 8 facultativos “en calidad de Ayudantes” y 4 facultativos de los caminos de sitios reales e imperiales. Los integrantes del “cuerpo facultativo de la Inspección General de Caminos y Canales”, sin titulación especial en la Real Orden del 12 de junio de 1799, iban a recibir la denominación de ingenieros de caminos y canales por la Real Orden de 26 de julio de 1803. Además de los miembros del cuerpo, la Real Orden del año 1799 contaba con un numeroso personal auxiliar: 1 facultativo “en calidad de celador para cada diez leguas de las comprendidas en las seis carreteras principales del Reino” y un peón caminero por cada legua. En la Real Orden de 26 de julio 1803, los “celadores” fueron suprimidos a propuesta de Betancourt, reemplazados por “ayudantes terceros”, reclutados entre los estudiantes de la Escuela de caminos. Esta última medida resultó ser temporal y los celadores siguieron existiendo. Antonio Rumeu de Armas, *Ciencia y tecnología en la España...*, 276.

²⁷ Este uso restringido del término *obras públicas*, determinado por las competencias de un cuerpo concreto de funcionarios no resulta nada obvio; no hay ninguna razón “objetiva” por la que no podrían entenderse como obras públicas las minas de Estado, el telégrafo, el alumbrado público, etc.

habían iniciado su transformación hacia las formas de organización características de las profesiones liberales quizá se encontrasen más alejadas de los rasgos que tomaron los primeros cuerpos de ingenieros en España, adquiriendo la ingeniería el perfil de carrera del Estado más que el de una profesión liberal.

En paralelo con la creación de las instituciones de la ingeniería civil tuvo lugar una importante reforma en la ingeniería militar, plasmada en la Ordenanza de 1803 que insistía en enfocar la formación y las atribuciones de los ingenieros militares hacia las tareas más estrechamente vinculadas con la guerra. El carácter militar del cuerpo fue subrayado por la asimilación del escalafón de los cargos técnicos a los rangos militares.²⁸ Asimismo destacan las pautas centralizadoras en la reorganización de la ingeniería militar, como el cierre de las academias de matemáticas situadas en las zonas periféricas y su sustitución por una academia de ingenieros única y exclusiva abierta en Alcalá de Henares, cerca de la Corte. El *Memorial de Ingenieros* de 1846 atribuía esta situación a que la proximidad facilitaba y agilizaba “la vigilancia y la protección del Gobierno”, lo que parece una razón plausible, dentro de las preocupaciones de los gobernantes de la época.²⁹ Podemos aventurarnos a afirmar que la creación de un cuerpo civil de facultativos encargado de la construcción de caminos y canales contribuyó a la plasmación legal en la nueva Ordenanza de las tendencias en la ingeniería militar hacia una mayor especialidad. Se profundizaba así en la división de los campos de acción civil y militar, al menos en lo referido a la construcción y al mantenimiento de las obras públicas. Esto no significa, sin embargo, que los ingenieros militares estuvieran dispuestos a abandonar otro tipo de tareas, como las relacionadas con la ordenación del territorio, o dejar de aspirar a ocupar nuevos cargos relacionados con las políticas ilustradas de autosuficiencia científico-tecnológica. No debemos olvidar que mientras el número previsto de los miembros del cuerpo de caminos llegaba a quince, el Real cuerpo de ingenieros del Ejército sobrepasaba las doscientas personas. Esto permitía a los ingenieros militares seguir siendo imprescindibles para una amplia gama de tareas, en exclusiva, en competencia o en colaboración con los ingenieros civiles y otros facultativos.³⁰

La continuidad de las políticas del absolutismo ilustrado en los campos de la ingeniería civil y militar se vio trastocada por la falta de consenso entre los gobernantes, por las resistencias internas a los cambios introducidos y por la escasez de recursos. Todos estos factores obstaculizaron el desarrollo, el funcionamiento e incluso la supervivencia de las instituciones.

²⁸ *Ordenanza que S.M. Manda observar en el Servicio del real Cuerpo de Ingenieros*, Imprenta Real, Madrid, 1803

²⁹ *Resumen histórico del arma de ingenieros en general, y de su organización en España, por un antiguo Oficial del Cuerpo de Ingenieros del Ejército, que desempeña hoy un alto cargo en otra carrera*, Imprenta Nacional, Madrid, 1846. Publicado en los tomos 1-9 del *Memorial de Ingenieros*, 1 (1846), 119.

³⁰ Compárense: *Lista de los individuos que componen el Real Cuerpo de Ingenieros*, 1800 (manuscrito disponible en el formato electrónico, Escalafón.Ingenieros.1800.pdf en el Servicio Histórico Militar), *Lista general por antigüedad de los Oficiales del Real Cuerpo de Ingenieros del Ejército que sirven en España y América*, 1805 (documento impreso disponible como Escalafón.Ingenieros.1805.pdf en el SHM).

Además, y de forma decisiva, la consolidación de los cuerpos y de sus escuelas sufrió particularmente debido a que España vivió en el primer tercio del siglo XIX un periodo de gran inestabilidad y descentralización del poder. El hecho de que se produjeran cambios políticos radicales no tuviera porqué debilitar las instituciones, como bien demuestra el caso de la vecina Francia donde la Revolución y el Imperio napoleónico supusieron más bien una profundización, a la vez que redefinición radical, de las instituciones vinculadas con la ingeniería heredadas del Antiguo Régimen.³¹ Sin embargo, en España el fortalecimiento del poder real y la racionalización de la administración del siglo XVIII no trasmutaron de forma fluida en las políticas liberales de la construcción del Estado-Nación. Muy al contrario, la continuidad dentro de la redefinición radical se hizo imposible dada la situación que generaron la invasión francesa y la Guerra de Independencia. Como apunta Juan Pro, se inició un largo periodo de “hacer y deshacer” caracterizado por el vacío de poder, por el debilitamiento de la autoridad central y por el fortalecimiento de las oligarquías locales con las que se verían obligadas a negociar las instituciones representantes del poder central.³²

Por otra parte, la salida de Betancourt de España antes de que se produjera la invasión bonapartista y el letargo en el que cayó la primera escuela de caminos en el último año de su funcionamiento parecen indicar que los proyectos del reformismo ilustrado se desarrollaron en una situación de precariedad. Dicha precariedad se vio acentuada por el marcado carácter personalista del gobierno y de su aparato administrativo, que hacían dichos proyectos especialmente vulnerables a las alteraciones que pudieran producirse. Los organismos militares disfrutaban de una mayor tradición, de un mayor grado de institucionalización y de una mayor regularidad en la dotación de recursos. Esto permitió su supervivencia pese a los trastornos causados por la ocupación francesa y la Guerra de la Independencia e incluso después de la caída del segundo régimen constitucional en 1823, a pesar de la hostilidad de los sectores más conservadores durante el régimen fernandino, que percibían las academias de oficiales como potenciales nidos de la revolución.³³

El episodio bonapartista tuvo repercusiones ambiguas para la ingeniería española. Por

³¹ Antoine Picon, *L'invention de l'ingénieur moderne. L'École de Ponts et Chaussées 1747-1851*, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, París, 1992. Para el debate sobre la continuidad y discontinuidad en la ingeniería francesa, véanse Ken Alder, *Engineering the Revolution: Arms and Enlightenment in France, 1763-1815*, Princeton University Press, Princeton, 1999 para una interpretación rupturista, y Janis Langins, *Conserving the Enlightenment, French Military Engineering from Vauban to the Revolution*, MIT Press, Cambridge, Mass., 2004, para una interpretación continuista.

³² Juan Pro Ruiz, “A concepção política do território e a construção do Estado espanhol: cartografia, cadastro e administração (1830-1930)”, en Pedro Tavares de Almeida y Rui Miguel C. Branco (eds.), *Burocracia, Estado e Território*, Livros Horizonte, Lisboa, 2007, 184-185 y 187.

³³ Esta opinión se plasmó en la decisión de Fernando VII de suprimir todos los Colegios militares en 1823. Sin embargo, incluso habiéndose llegado tan lejos, las instituciones militares mostraron su grado de legitimidad y de consolidación cuando en 1825 fue inaugurado el Colegio Militar y la Academia de ingenieros se volvió a abrir el año siguiente. *Orden circular del Ministerio de la Guerra, suprimiendo todos los Colegios militares, y adoptando otras providencias para formarlos bajo diversa planta. Reales resoluciones expedidas en 1823*, septiembre 1823, 134-137.

una parte supuso el desplazamiento y la reorganización del cuerpo y de la academia de ingenieros del ejército (después de cerrarse la Academia de Alcalá en 1808 se abrió un centro de instrucción para ingenieros militares en Cádiz en 1812). Planteó también un conflicto de lealtades que contribuyó a la dispersión de los ingenieros de caminos y dio un golpe de gracia a su Escuela. Produjo asimismo un efecto adicional que iba a perjudicar a corto plazo las instituciones de ingeniería en España, aunque a medio plazo sirviese como uno de los pilares de su legitimidad, y fue el de contribuir a profundizar la asociación entre la ingeniería y los proyectos de cambio político. Esto fomentó la desconfianza de las fuerzas conservadoras del Antiguo Régimen hacia este tipo de instituciones civiles y militares por una parte, y el entusiasmo de los reformistas y revolucionarios, ilustrados y liberales, por otra. Para estos últimos, las instituciones de ingeniería se convirtieron en símbolos del progreso y de la civilización. Este doble efecto iba a repercutir en la accidentada trayectoria de varias de estas instituciones. Con algunos matices se puede afirmar que esta repercusión tuvo forma de depuraciones, cierre, abandono o amalgama con otros organismos durante los gobiernos más resistentes al cambio, y de apertura, fomento y otorgación de un estatus independiente durante los períodos de reforma y de revolución.

Por otra parte, el gobierno de José I desarrolló sus propias iniciativas en el campo de la ingeniería, aprovechando la experiencia de los hombres de ciencia españoles que habían estado activamente implicados en el funcionamiento de las instituciones surgidas del reformismo ilustrado durante el reinado de Carlos IV. Mientras en ocasiones los proyectos josefistas eran calcos de las instituciones y medidas administrativas francesas, la propuesta de organizar un cuerpo de ingenieros civiles con su centro de formación parece indicar que la separación total en la formación entre los ingenieros civiles y militares, un rasgo que distinguía la ingeniería española de la francesa del momento, iba a conservarse. Tampoco parece que se hubiese considerado la posibilidad de crear varios cuerpos de ingenieros civiles especializados, tal como existían en Francia y como iban a constituirse en España durante el segundo tercio del siglo XIX. Los proyectos josefistas no llegaron a ponerse en práctica, pero se puede observar una clara continuidad personal e ideológica entre éstos y las medidas adoptadas durante el Trienio liberal y los últimos años del reinado de Fernando VII, e incluso más adelante, al instaurarse finalmente en España el régimen liberal.

La revolución liberal, que tuvo en España un desarrollo accidentado, plagado de parálisis e interrupciones, y de dificultades planteadas por la descentralización *de facto* mencionada arriba, supuso la introducción de nuevas formas de percibir el mundo y de otorgar legitimidad al poder. Durante las Cortes de Cádiz y más adelante en el Trienio liberal se produjo una redefinición dentro de este nuevo marco conceptual de algunas políticas del reformismo ilustrado. La redefinición constitucional de España como una *nación* de ciudadanos libres e iguales conllevaba la construcción del Estado como un conjunto de herramientas de conocimiento, control,

transformación y explotación. Herramientas destinadas a garantizar la aplicación de las políticas gubernamentales en todo el territorio, según el principio constitucional de la igualdad frente a la ley, servir al progreso de la nación y fomentar la felicidad de los españoles. En relación con el tema que nos concierne hay que subrayar la especial importancia que tuvo la redefinición del espacio geográfico como *territorio nacional* – uno de los ejes de la construcción de la identidad nacional, además de objeto de una ordenación racional como base de la gobernabilidad, de la movilización eficaz de recursos y de la acción transformadora orientada hacia el progreso de la nación.³⁴ Los hombres de ciencia formados durante los reinados de Carlos III y Carlos IV, incluidos los ingenieros civiles y militares, desempeñaron un papel importante en la redefinición de las políticas del despotismo ilustrado en el nuevo marco liberal. El marino Felipe Bauzá, encargado de la Dirección de Hidrografía, proponía retomar el proyecto ilustrado de la Carta geográfica de España, de interés especial para los proyectos liberales de división territorial en provincias como forma de garantizar la igualdad frente a la ley proclamada por la Constitución y de llevar a cabo una administración eficaz coordinada desde el centro. El nombre de Felipe Bauzá, cuyo hijo iba a ser alumno de la segunda escuela de caminos, está vinculado asimismo con la iniciativa de crear un cuerpo de ingenieros hidrográficos, planteada sin éxito en 1816, durante el sexenio absolutista.³⁵ Cuando el Trienio liberal retomó las políticas de ordenación del territorio y de fomento desarrolladas por el gobierno josefino y por las Cortes de Cádiz, aspirando a consolidar una división territorial en provincias y fomentar la construcción de obras públicas, estos proyectos resurgieron y el campo de acción de los hombres de ciencia se ensanchó de nuevo. Durante el Trienio, a Felipe Bauzá y al ingeniero de caminos Agustín de Larramendi les fue encomendada por las Cortes la misión de proponer una división territorial para España. Ésta debía basarse en el conocimiento detallado del territorio, plasmado en mapas de cuya elaboración se encargarían facultativos con formación teórica adecuada. La propuesta de la Comisión que ambos hombres encabezaron fue aprobada el 27 de enero de 1822.³⁶

No es de sorprender que la reapertura de la escuela de caminos como centro de formación teórica para los miembros del cuerpo de caminos fuera otro de los proyectos emblemáticos del Trienio que llegaron a materializarse (en noviembre de 1820). La reapertura de la Escuela y la vinculación de la pertenencia al cuerpo con la graduación en ella, formaba parte de las propuestas que figuraban en la *Memoria sobre las comunicaciones generales de la península*, presentada en septiembre de 1820 por la Comisión de caminos y canales, compuesta entre otros por los ingenieros de caminos Larramendi y Antonio Gutiérrez. Además se proponía un plan de

³⁴ Juan Pro Ruiz, “A concepção política do território e a construção...”, 187

³⁵ Sobre Felipe Bauzá, véase Juan Llabrés Bernal, *Breve noticia de la labor científica del capitán de navío Don Felipe Bauzá y de sus papeles sobre América, 1764-1834*, Imprenta Guasp, Palma de Mallorca, 1934.

³⁶ Antonio T. Reguera Rodríguez, *Geografía de Estado...*, 93.

comunicaciones interiores, el restablecimiento de la separación entre las direcciones generales de correos y caminos, y la formación de una Junta de dirección de caminos. Durante el Trienio, un ingeniero de caminos -Agustín de Larramendi- llegó a ejercer el cargo de director general de caminos, el cuerpo fue ampliado con la incorporación de los alumnos de las últimas dos promociones de la primera escuela y las Cortes aprobaron una inversión cuantiosa en la construcción de las carreteras. El perfil liberal del alumnado, que quedó demostrado en su resistencia a la invasión de los Cien mil hijos de San Luis, así como la vinculación del proyecto mismo de esta segunda escuela con el régimen constitucional del Trienio, contribuyó sin duda a la decisión de cerrar el centro una vez restaurado el absolutismo.

Las dos restauraciones del absolutismo fernandino, que se produjeron después de la Guerra de Independencia y al ser derrocado el régimen liberal en 1823, respectivamente, se caracterizaron por la desconfianza hacia las instituciones de innovación técnico-científica y de transformación territorial, frutos de las políticas tanto del absolutismo ilustrado, como del régimen liberal. Las escuelas fueron percibidas por muchos como peligrosos semilleros de las ideas revolucionarias y sufrieron cierres temporales o definitivos. Sin embargo, esta actitud de sospecha no siempre excluía el reconocimiento de la necesidad de tener a disposición del soberano las herramientas de control y de movilización de recursos, entendidas como imprescindibles para la supervivencia del régimen. Aunque algunas fuerzas pretendiesen no solamente abolir la Constitución, sino que renegaron incluso de las reformas del absolutismo ilustrado, los gobernantes se vieron obligados a hacer frente a una nueva situación que les impulsaba a tomar medidas que retomaran el esfuerzo por reforzar el aparato administrativo central. La ineficacia militar frente a los Estados-Nación capaces de movilizar recursos de forma masiva y con mayor agilidad, subrayada por la pérdida rápida del Imperio en las Américas que se produjo dentro de un proceso omnipresente de descentralización del poder iniciado en 1808, incentivaron a los gobernantes absolutistas a asumir parte de los proyectos ilustrados y liberales e intentar sustituir el control superficial de grandes territorios por la explotación intensa de un territorio reducido.³⁷

En el campo de la ingeniería, el sexenio absolutista tuvo efectos radicalmente distintos para la ingeniería civil y militar. Las instituciones de la ingeniería civil salieron claramente perjudicadas: se volvió a unir correos y caminos bajo la misma superintendencia, el cargo del director de caminos fue desempeñado por burócratas ajenos a las facetas técnicas del ramo, el centro de formación permaneció cerrado, el cuerpo de caminos languidecía por no alimentarse el cuerpo de nuevos ingenieros, quedando las plazas amortizadas y aumentando el número de kilómetros de carretera a cargo de cada facultativo.³⁸ Por otra parte, a pesar de la reducción de efectivos por falta de recursos,

³⁷ Juan Pro, Joaquín del Moral, Francisco Suárez Bilbao y Francisco, *Estado y territorio en España, 1820-1930*, Catarata, Madrid, 2007, 646.

³⁸ *AHN*, Obras públicas, leg. 1. Para la situación difícil en la que se encontraron los ingenieros de caminos, tanto en

la ingeniería militar vivió un importante impulso en el sexenio absolutista, sobre todo en el campo de la educación. La restablecida academia de Alcalá se convirtió en un centro de alto nivel de enseñanza de las matemáticas e incluso en la producción científica, asemejándose al perfil de la *École Polytechnique*.³⁹ Además, los ingenieros militares volvieron a encargarse de las obras de carácter civil. Es probable que entre las razones de tal diferencia de trato dispensado a las instituciones de la ingeniería civil por una parte, y la militar por otra, estuviese -además de los motivos generales mencionados arriba- el hecho de que la lealtad de los ingenieros militares como cuerpo no se vio cuestionada durante la ocupación francesa. Durante la misma, el cuerpo y la academia se reorganizaron en Cádiz, mientras un alto porcentaje de hombres (incluidos personajes importantes) relacionados con los Estudios del Buen Retiro y con el cuerpo de caminos estuvieron entre los colaboradores más destacados en el campo de la renovación técnico-científica de José I.⁴⁰

El segundo periodo de la restauración absolutista, la década siguiente a la invasión de los Cien mil hijos de San Luis, fue posteriormente denominada “ominosa” por la represión brutal que siguió a la derrota de los liberales, pero sobre todo debido al supuesto inmovilismo -si no retroceso- de España en dicha época, por culpa de los gobiernos fernandinos. Los cambios de régimen, las guerras y las penurias económicas, así como las depuraciones llevadas a cabo entre los empleados públicos sin duda contribuyeron a que la construcción y la consolidación de la administración fuera especialmente caótica y discontinua en España. No obstante, algunos historiadores apuntan a que, motivada por el afán de supervivencia del régimen absolutista, se manifestó entre 1823-1833 también cierta actividad reformista que Jean-Philippe Luis denomina el “resurgimiento tardío del despotismo ilustrado”, impulsada desde el Ministerio de Hacienda encabezado por Luis López Ballesteros.⁴¹ El aparato administrativo del absolutismo restaurado se nutría de los reformistas ilustrados y de los colaboradores de José I, *afrancesados* provistos de experiencia en las instituciones emblemáticas del gobierno bonapartista. Si bien es cierto que el impacto de la

términos materiales como en términos ideológico-políticos, véase por ejemplo: AMOPU, leg. 6856, Expediente de Juan Subercase y Krests. Para los efectos en cuanto a la construcción de carreteras, se observa una marcada disminución en gasto. Datos del informe de C. Segundo Montesino, *Memoria sobre el estado de las Obras públicas de España en 1856* reproducidos en “Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, sus obras”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario (1899).

³⁹ Elena Ausejo mantiene que fue posiblemente la experiencia como prisionero en Francia del matemático y profesor en la Academia Mariano Zorraquín, lo que contribuyó a asemejar la Academia a la *École Polytechnique*. Elena Ausejo, “Quarrels of a Marriage of Convenience: On the History of Mathematics Education for Engineers in Spain”, *The International Journal for the History of Mathematics Education*, 2, (1, 2007), 1-13.

⁴⁰ Los escalafones del Cuerpo de los ingenieros militares de los años 1816 y 1817 no se cansan de enumerar a sus miembros muertos, heridos y/o condecorados en la “última guerra contra la Francia”. *Estado general del Cuerpo de Ingenieros del Ejército*, 1816 y 1817. En la Marina, la situación después de la restauración del absolutismo fue distinta a la de los ejércitos de tierra. F. Bordejé mantiene que esta diferencia de trato se basaba en la valoración de la actuación de la Armada durante la Revolución francesa y durante las Cortes de Cádiz, considerándosela desleal y proclive a la revolución. Fernando Bordejé Morencos, *Crónica de la Marina Española en el siglo XIX*, vol.1, 1800-1868, Editorial Naval, Madrid, 1993, 63-71.

⁴¹ Jean-Philippe Luis, *L'utopie réactionnaire. Épuration et modernisation de l'État dans l'Espagne de la fin de l'Ancien Régime (1823-1834)*, Casa de Velázquez, Madrid, 2002, 341.

restauración absolutista supuso un grave retroceso en algunos campos, las áreas que ciertos sectores del régimen fernandino consideraron útiles para el propósito de reforzar el poder del reino no quedaron totalmente desamparadas. Siempre bajo el paradigma del absolutismo surgieron además algunas instituciones que iban a convertirse en los núcleos de la administración liberal una vez triunfara el nuevo orden, entre ellas el Ministerio de Fomento. Este ministerio, creado el 5 de noviembre de 1832 como amalgama entre los proyectos dieciochescos del reformismo ilustrado y el Ministerio de Interior josefino, tenía entre sus numerosas competencias la administración de las obras públicas y en el futuro iba a controlar las principales ramas de ingeniería. Bajo la dirección de Javier de Burgos, el ministerio fue dotado de una administración propia y empezó su despliegue por todo el territorio a través de los subdelegados de Fomento (*gobernadores civiles* desde 1834) conforme con la división de España en 47 provincias (más dos isleñas) diseñada por Burgos y adoptada en 1833.

La minería, poco significativa en la península ibérica durante los primeros años del XIX y muy perjudicada por las consecuencias políticas y financieras de la invasión francesa y de la Guerra de Independencia, constituía otra área de interés para el régimen fernandino. Como apunta Gérard Chastagneret, tanto las políticas de la Ilustración carolina, como las del régimen fernandino, fueron incoherentes en cuanto al papel asignado a la Corona por una parte y a la iniciativa privada por otra. Se podría afirmar que con el primer sexenio de la restauración fernandina se comienzan a dar los primeros pasos hacia la renuncia del Estado a desempeñar un papel activo en la minería, motivados, según el análisis de Chastagneret, por el descrédito personal de los técnicos afrancesados y por la renuncia del régimen a aprovechar sus conocimientos.⁴² La falta de voluntad en cuanto a que el Estado se implicase en el desarrollo de la minería aparece, sin embargo, acompañada por la desconfianza hacia las medidas liberalizadoras que incentivaran la iniciativa privada. La situación cambió durante la Década Ominosa, cuando el régimen se vio agobiado por la falta crónica de recursos, que se agravó seriamente debido a la pérdida de las colonias americanas. El Ministerio de Hacienda se convirtió en el foco del resurgimiento de las políticas de promoción de la minería y fue un hombre de ciencia ilustrado, Fausto Elhúyar, quien -como se ha comentado previamente- estuvo detrás de uno de los pasos más importantes en esta dirección, la aprobación de la Ley de Minas por el decreto de 4 de julio de 1825. Dicha Ley, y su desarrollo en una Instrucción provisional (8 de diciembre de 1825) del mismo año, pretendían impulsar la producción minera en la península, manteniendo la propiedad real del subsuelo, pero definiendo claramente aquellas minas explotadas por la Corona y estableciendo las condiciones para la explotación del resto por terceros, a través de concesiones.⁴³ Las reformas llevadas a cabo en aquellos años crearon a su vez

⁴² Gérard Chastagneret, *L'Espagne puissance minière dans l'Europe du XIXe siècle*, Casa de Velázquez, Madrid, 2000, 120-121.

⁴³ *Ibidem*, 122-123.

un marco institucional caracterizado por un perfil técnico, constituido por la Dirección general de minas (octubre de 1826), un órgano central que extendía por la península sus tentáculos ejecutores en forma de inspecciones de distrito, dirigidas por facultativos que más adelante serían denominados oficialmente ingenieros de minas.⁴⁴ El afán centralizador y la ordenación territorial aparecen de nuevo como lazos de continuidad entre el reformismo absolutista y el liberalismo decimonónico. Los hombres de ciencia vinculados con las instituciones mineras activas en el último tercio del siglo XVIII, como Elhúyar, tuvieron éxito parcialmente al relanzar también las políticas de autosuficiencia científico-técnica, como la financiación de los viajes de estudio al extranjero y, sobre todo, la creación de los núcleos de los futuros cuerpo y escuela de minas. Todo parece indicar que el efecto real de las medidas introducidas fue menor de lo previsto, quedando algunas prácticamente suspendidas hasta la instauración del régimen liberal.⁴⁵

El régimen fernandino emprendió asimismo nuevas iniciativas científico-técnicas orientadas hacia el fomento de la industria, al recuperar el proyecto josefino de un conservatorio de artes y oficios, diseñado según el *Conservatoire National des Arts et Métiers* parisino.⁴⁶ El Real Conservatorio de Artes (RCA) abierto en 1824 resulta relevante para la historia de la ingeniería española, ya que aglutinaba a los ingenieros-hombres de ciencia ilustrados vinculados con la primera escuela de caminos y con el proyecto josefino del Conservatorio de Artes y Oficios, además de trasladarse allí lo que quedaba del Gabinete de máquinas elaborado por el equipo hidráulico de Betancourt. De su dirección fue encargado Juan López de Peñalver, superviviente a todos los cambios de régimen, quizás por saber protegerse a través de las redes de contacto dentro de la masonería.⁴⁷ Otra razón por la que es pertinente mencionar el Conservatorio fundado durante la segunda restauración fernandina es el hecho de que en su seno se iba a fraguar el Real Instituto Industrial – un centro de formación de los ingenieros industriales a mediados del siglo XIX. Originalmente destinado a los artesanos, el RCA se convirtió en un punto de atracción para hombres de mayor estatus interesados por las ciencias y por su uso práctico. El hecho de que el centro pronto adquiriera un perfil elitista -tanto por los asistentes a las clases, como por la introducción de las enseñanzas teóricas en 1826- no contradice la hipótesis de que podría ser precisamente su orientación inicial hacia los artesanos uno de los factores que hacían aceptable su establecimiento

⁴⁴ “Memoria sobre la formación de una ley orgánica para gobierno de la minería en España presentada por D. Fausto Elhúyar”, *Anales de Minas*, 1 (1838). (la versión original es del año 1825), *Colección Legislativa de minas, conteniendo todas las disposiciones vigentes que rigen en esta materia y un repertorio completo de las leyes y ordenanzas antiguas que han regido en los dominios españoles, Junta superior facultativa de minería*, vol. 1, 171-177 (Decreto) y 177-208 (Instrucción).

⁴⁵ Gérard Chastagneret, *L’Espagne puissance minière...*, 124-125.

⁴⁶ Jean-Louis Guereña, “La formación técnica en la primera mitad del siglo XIX. El Conservatorio de Artes”, en G. Ossenbach y M. de Puelles (eds.), *La Revolución francesa y su influencia en la educación en España*, UNED, Madrid, 1990, 223-255.

⁴⁷ Ernest Lluch, “Estudio preliminar: ‘Juan López de Peñalver en los orígenes de la economía matemática’”, en *Escritos de López de Peñalver*, (ed. Ernest Lluch), Instituto de Cooperación Iberoamericana, Madrid, 1992, IX-CXXIV.

dentro del absolutismo fernandino, que – sobre todo durante la “Década ominosa” – mostró una marcada desconfianza hacia los centros de formación superior científico-técnica. Esta explicación no es mutuamente excluyente con la de Ernest Lluch que interpreta la recuperación de dicho proyecto josefista por el hecho de que el maquinismo no fue percibido como potencialmente subversivo y el proyecto encajaba con las esperanzas puestas en la industria, compartidas por una parte de los representantes del “despotismo ilustrado”.⁴⁸ En 1832, se llevó a cabo una reforma importante del Conservatorio, creándose varios grados de enseñanza, como también una red de centros situados en las provincias y diseñados para proveer la instrucción técnica elemental, mientras la sede en Madrid ofrecería la formación completa.⁴⁹

La ingeniería militar, que salió relativamente bien parada del sexenio absolutista, al perfilarse su academia como uno de los centros más importantes de enseñanza e investigación en matemáticas en España, sufrió las consecuencias del apoyo manifestado al régimen liberal durante el Trienio por numerosas instituciones militares a nivel colectivo y por muchos oficiales a nivel individual. En otoño del año 1823 fue disuelto el ejército al ser considerado poco leal al rey y comenzaron las “purificaciones” de los efectivos. La academia de ingenieros en Alcalá fue clausurada y - según el *Memorial de Ingenieros* del año 1846 - se barajó incluso la posibilidad de abolir el Cuerpo de ingenieros del Ejército.⁵⁰ En 1825 se creó el Colegio militar en Segovia, pensado para formar oficiales para todas las armas del ejército. Sin embargo, ya en 1826 se volvió a abrir una academia exclusiva para los ingenieros que fue dotada de un plan de estudios de alto nivel en 1839.⁵¹ Frente al importante descenso en los primeros años de la “Década ominosa”, el número de los ingenieros militares volvió a alcanzar los niveles anteriores a la Guerra de la Independencia a principios de los años 1830. En líneas generales, el estancamiento en el número de los ingenieros militares en el primer tercio del siglo XIX no se puede atribuir solamente a causas políticas, sino también a la penuria económica. Por la misma razón permaneció sin cubrir una parte del presupuesto del material de ingenieros entre los años 1828-1833.⁵² A pesar de todo, los ingenieros militares seguían constituyendo el grupo de lejos más numeroso y más consolidado dentro de la ingeniería española, cuya legitimidad resultaba difícil de cuestionar y que fue capaz de defender sus

⁴⁸ *Ibidem.*

⁴⁹ Sobre el Real Conservatorio, véase Jean-Louis Guereña, “La formación técnica en la primera...”, 223-255; Ernest Lluch, “Estudio preliminar...”, CVI-CXXIV; Antonio Rumeu de Armas, *Ciencia y tecnología en la España ...*; Pío Javier Ramón Teijelo y Manuel Silva Suárez, “El Real Conservatorio de Artes (1824-1887), cuerpo facultativo y consultivo auxiliar en el ramo de la industria”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en España*, vol. 5, *El ochocientos. Profesiones...*, 235-294.

⁵⁰ *Resumen historico del arma de...*, 122.

⁵¹ María Ángeles Velamazán, *La enseñanza de las matemáticas en las academias militares en España en el siglo XIX en Cuadernos de Historia de la Ciencia*, vol.7, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 1994, 61-64; el plan de estudios está detallado en el apéndice, 279-284.

⁵² *Resumen historico del arma...*, 74. Para comparar el número de ingenieros militares a lo largo del primer tercio del siglo XIX, véanse Manuel Bosch y Arroyo, “Lista General de los Oficiales del Cuerpo de Ingenieros del Ejército desde el siglo XVI hasta 1910”, *Memorial de Ingenieros del Ejército*, Madrid, 1911.

intereses para sobrevivir a todo tipo de contrariedades.

Dentro de los círculos reformistas del régimen fernandino, los ingenieros civiles procedentes de las escuelas de Betancourt y del Trienio liberal vieron su oportunidad para restaurar el cuerpo de caminos a su anterior posición e incluso reabrir una institución de enseñanza. Agustín de Larramendi elaboró en 1829 una memoria en la que intentaba convencer a los gobernantes de la utilidad de una administración de obras públicas independiente (a los caminos y canales proponía unir también los puertos) y de un cuerpo civil de facultativos, dejando claro que éstos no representaban una amenaza para la soberanía del rey, al poner como ejemplo Francia y Rusia, dos países absolutistas que disponían de organismos parecidos.⁵³ Larramendi consiguió que se creara una tercera Dirección de correos y caminos de la que fue nombrado director con carácter facultativo. El número de ingenieros adscritos a esta dirección aumentó, sobre todo debido a la incorporación de ingenieros procedentes del ejército. Sin embargo, ni siquiera la puesta en funcionamiento del Ministerio de Fomento dio un impulso importante a la actividad en el ramo y hubo que esperar a la instauración del régimen liberal para ver tomar forma a las propuestas de Larramendi.

2. El régimen liberal: la consolidación y la expansión de la ingeniería

La instauración del régimen liberal después de la muerte de Fernando VII (1833) supuso el impulso definitivo para un largo y conflictivo proceso de construcción del Estado en el sentido weberiano de un sistema de “dominación legal con administración burocrática” erigido conforme con el principio de división de poderes para hacer realidad el monopolio sobre la legislación, la ejecución y la jurisdicción.⁵⁴ Como mantiene Juan Pro, la pérdida de la mayor parte de los dominios americanos facilitaría el abandono del modelo imperial, desplazando a la nueva construcción política un modelo de Estado-Nación, al modo de Francia o Prusia, que permitiera controlar y explotar intensamente un territorio reducido.⁵⁵ Las posesiones restantes quedaron reducidas a varias “provincias del Ultramar”, sometidas a un régimen especial, signo de un nuevo tipo de

⁵³ Rumeu interpreta al personaje de Larramendi como a un servidor leal de Fernando VII y partidario del absolutismo. Sin embargo, Larramendi se implicó durante el Trienio liberal, colaborando con Bauzá en la Comisión de caminos y canales, lo que parece indicar en él un vínculo de lealtad menos personal y más abstracta, característica del reformismo ilustrado, que le permitía ofrecer sus servicios a regímenes distintos. Antonio Rumeu de Armas, *Ciencia y tecnología en la España...*, 422-426. Para la memoria elaborada por la Comisión de caminos y canales: “Memoria sobre las comunicaciones generales de la península”, *Memoria de Obras Públicas*, Anexo I, Madrid, 1856, 175-234. Según Alzola, esta memoria influyó de forma determinante en la propuesta de ley presentada por el destacado liberal Agustín de Argüelles, el ministro de Gobernación en el Trienio Liberal, que pretendía reactivar la construcción de carreteras. Pablo Alzola y Minondo, *Historia de la obras públicas ...*, 304.

⁵⁴ Max Weber, *Economía y Sociedad. Esbozo de sociología comprensiva*, Fondo de Cultura Económica, Madrid, 2002, 173-178.

⁵⁵ Juan Pro, Joaquín el Moral y Francisco Suárez Bilbao, *Estado y territorio...*, 648.

colonialismo. El hundimiento de la Monarquía a partir de 1808 y el subsecuente fortalecimiento de los poderes locales condicionaron la nueva construcción política española, al forzar la aglutinación de fuerzas desde abajo, otorgando gran protagonismo a las élites locales.⁵⁶

La Nación como comunidad política se estableció como referente para las políticas de administración e intervención. Aunque los pasos hacia la hegemonía del Estado se tomaron en un contexto en el que uno de los dos principales partidos, el de los liberales *moderados*, rechazaba la soberanía nacional a favor de la soberanía compartida entre el rey y la Nación, liderada por las élites. Estos liberales moderados fueron los principales artífices de la construcción de la Administración en las dos décadas posteriores a la muerte de Fernando VII. Compartían con los afrancesados la visión *bonapartista* de un Estado autoritario y centralizado, en el que los empleados públicos aplicarían medidas que las élites destinadas a liderar la Nación considerasen adecuadas *sobre* una población percibida como pasiva, apolítica y dominada por las pasiones.⁵⁷ Por otra parte, la segunda corriente más importante de la época, el *progresismo*, aunque defensor del principio de la soberanía nacional, no difería de los moderados en la percepción de las élites como líderes naturales de la Nación y en la visión del cambio como una serie de reformas desde arriba, considerando que el pueblo para poder autogobernarse debería pasar por un largo proceso de preparación, diseñado y supervisado por los que ya disponían de todas las cualidades del ciudadano virtuoso.

Las principales fuerzas políticas enmarcaron su visión de la Nación española en el discurso del progreso, definido de forma ambigua como un proceso natural a la vez que un programa de acción a desarrollar desde el Estado, liderado por las élites. Coincidieron en que -en el nombre de la Nación y para su bien- el Estado debería desplegar no sólo una serie de políticas, sino también consolidar un marco institucional estable para lograr la máxima eficacia, dando de este modo una forma concreta a la idea dieciochesca de racionalización. Sin embargo, la discontinuidad de las instituciones creadas por el reformismo ilustrado, la falta de consenso alrededor de un modelo de Estado y la escasez de recursos, hicieron difícil construir, imponer y hacer funcionar la administración interventora, dejando en evidencia la existencia de un Estado débil, obligado a negociar con los poderes locales. Esto posibilitó la pervivencia de unas actitudes y prácticas patrimonialistas típicas del Antiguo Régimen en distintos niveles de poder factual hasta bien entrado el siglo XX.⁵⁸ El aparato ejecutivo del Estado era precario e ineficaz, salvo algunas

⁵⁶ *Ibidem*.

⁵⁷ Jean-Philippe Luis, *L'utopie réactionnaire...*, 344. Sobre la inspiración bonapartista de los moderados, véase también Francisco Villacorta Baños, *Profesionales y Burócratas. Estado y poder corporativo en la España del siglo XX, 1890-1923*, Siglo XXI, Madrid, 1989, 43-46.

⁵⁸ De este modo, las oligarquías locales y sus valedores en la capital pudieron desplegar medidas eficaces para boicotear u oponerse abiertamente a algunas políticas de ordenación y transformación. Véase el caso paradigmático de las trabas a la elaboración del catastro en Juan Pro Ruiz, *Estado, geometría y propiedad. Los orígenes del catastro en España (1715-1941)*, Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria, Madrid, 1992.

excepciones, entre las que destacaron precisamente varias secciones relacionadas con el fomento que se iban a convertir en modelo para la función pública española en las próximas décadas, reivindicado tanto desde fuera de la Administración como desde dentro.⁵⁹

La fervorosa actividad legislativa durante las primeras décadas del liberalismo español, plasmada en un sinfín de normas contradictorias y de dudoso cumplimiento, se explica dentro del esfuerzo por crear un régimen de garantías jurídicas para la propiedad privada, a la vez que se trataba de incentivar el progreso a través de la acción estatal. La actividad legislativa y la ejecución de las políticas de intervención no escaparon, sin embargo, a la lógica particular de una visión patrimonialista del Estado. Los gobernantes se vieron obligados a satisfacer intereses dispares a distintos niveles, a buscar un equilibrio precario entre la acción del Estado central y el poder de las oligarquías locales, a entrar en el juego del tráfico de favores. A nivel más prosaico, el Estado constituía para muchos una máquina del enriquecimiento personal, dentro de la lógica que conseguía identificar el interés particular con el bien común. En este ámbito, la opinión de los facultativos podía funcionar como contrapeso a las tendencias de convertir el Estado en una herramienta al servicio de unos pocos, pero a su vez podía servir para otorgar legitimidad a las decisiones políticas destinadas a favorecer a las redes clientelares.

La construcción de Estado-Nación está inexorablemente vinculada con la movilización y recaudación de recursos. Los ejércitos eran cada vez más exigentes en términos de recursos humanos y materiales, lo que requería buscar maneras eficaces de obtenerlos. En cuanto a los recursos materiales, se trataba por una parte de hacer más eficaz la recaudación, y por otra de fomentar la producción y el comercio. Respecto a la recaudación, el gobierno central introdujo una serie de reformas hacendísticas, incluido el nuevo sistema fiscal de 1845 -la reforma de Mon- que sentó las bases del sistema tributario moderno en España. Asimismo las desamortizaciones, sobre todo las de 1836 y 1855, pusieron a disposición del Estado una gran cantidad de recursos, que en parte pudieron invertirse en obras públicas. A la vez abrieron nuevos campos de gestión e intervención (por ejemplo, los montes como espacio de actuación de la ingeniería forestal, si no directamente como su razón de ser principal). El afán recaudatorio estimulaba, junto con otros factores, el crecimiento de la administración civil, que a la vez consumía más recursos. Resulta significativo que la fase decisiva de la construcción del Estado en España está ligada a la noción de fomento, apuntando al segundo aspecto mencionado, el de la movilización y multiplicación de recursos.

Como ya se ha mencionado, el Ministerio de Fomento general del Reino creado en 1832

⁵⁹ Juan Pan-Montojo, “Los liberalismos y la agricultura española en el siglo XIX”, en Salvador Calatayud, Jesús Millán, María Cruz Romeo (eds.), *Estado y periferias en la España del siglo XIX. Nuevos enfoques*, PUV, Valencia, 2009, 131-158; Juan Pan-Montojo, “La construcción del nuevo Estado y la fiscalidad: España, 1808-1845,” en Jaime E. Rodríguez O. (dir.), *Las nuevas naciones: España y México 1800-1850*, Fundación Mapfre, Madrid, 2008, 169-190; Francisco Villacorta Baños, *Profesionales y Burócratas...*

aparece como núcleo de la Administración central moderna, acaparando las tareas de gobernación y de movilización de recursos. La superintendencia de correos y caminos -que anteriormente había dependido de la Secretaría del Estado- pasó a depender de este organismo. Los quince años siguientes representan el periodo de cristalización de la administración de obras públicas. La Dirección general de caminos fue creada en 1833 dentro el Ministerio de Fomento. En el año 1834 fue reorganizada la recaudación de arbitrios y rentas para garantizar la inclusión de estos ingresos en la Real Hacienda y para evitar su administración por separado.⁶⁰ De este modo, los impuestos destinados a caminos llegaban a la Hacienda y luego se asignaban a Fomento, figurando a partir de entonces los gastos de obras públicas en los Presupuestos de Estado. Esta reorganización administrativa trajo transparencia al sistema y permitió controlar las cantidades destinadas a este ramo. También se establecieron normas claras para la financiación de las obras de fomento. Cuando el Ministerio de Fomento quedó suprimido en 1835, la Dirección de caminos pasó a depender del Ministerio de Interior (Gobernación) en el que se consolidó como Dirección general de caminos, canales y puertos tras la reforma promovida por Martín de los Heros en 1836.⁶¹ La Dirección, rebautizada como Dirección general de obras públicas, volvió a cambiar de dependencia administrativa en 1847, cuando se creó el Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas. El nombre de este Ministerio indica hasta qué punto se trataba de la institucionalización de las nociones clave del discurso liberal: 1) la economía como base del poder del país, en concreto, el comercio como generador de riqueza y las obras públicas que hicieran posible el aumento de la producción y facilitasen la circulación de bienes 2) la instrucción como una manera de moldear a la población para convertir a los súbditos en ciudadanos (aunque en este punto hay que matizar, pues en los años cuarenta la finalidad de las instituciones de la instrucción pública consistía sobre todo en generar elites capaces de gobernar con eficacia y mantener el orden, eran los progresistas los que defendieron la visión evangelizadora de la educación extensa como remedio para los males del país.) 3) las obras públicas como forma de superar los obstáculos naturales para el desarrollo económico del país. En 1851, este Ministerio cambió de nombre al de Ministerio de Fomento, rescatándose así el término utilizado durante la primera mitad de los años 1830. Bajo este nombre, el Ministerio existió hasta 1900, cuando se dividió en dos, el Ministerio de Instrucción Pública y el Ministerio de Agricultura, Industria y Comercio. El segundo pasó a denominarse Ministerio de Fomento en 1905.

Desde este marco institucional se llevó a cabo un despliegue sin precedentes de la iniciativa del Estado en distintos ámbitos. La noción de *fomento* logró aglutinar a su alrededor a las fuerzas políticas principales. Este consenso creó un ambiente propicio en el que las vías y los

⁶⁰ Pablo Alzola y Minondo, *Historia de la obras públicas ...*, 326.

⁶¹ Cuando se suprimió el ministerio de Fomento, los gastos de fomento, incluidos los de caminos y canales, pasaron a formar parte del presupuesto del Ministerio de Interior, renombrado en 1836 como Ministerio de Gobernación.

métodos pudieron ser objeto de conflictos agrios, pero las premisas principales y el objetivo eran compartidos a través del espectro político. La ampliación de la red de comunicaciones, el desarrollo del ferrocarril, la gestión de las desamortizaciones, el impulso a la explotación minera, los esfuerzos intermitentes por disponer de datos exhaustivos sobre diversos aspectos del territorio nacional y de la población que lo habitaba, constituían un marco de actuación que permitía a grupos reducidos de expertos ejercer un poder sin precedentes y dejar por todo el “paisaje nacional” las huellas tangibles de su trabajo, que a su vez iban a servir como pruebas de su legitimidad como agentes del Estado y como grupos profesionales

En el campo de las obras públicas, las décadas centrales del siglo XIX constituyeron el periodo de un gran cambio. El análisis de los presupuestos y de las obras concluidas permite afirmar que los años 1830-1840 supusieron un periodo de lento despegue, atribuido a la falta de experiencia, de capital y de voluntad política, así como también a la incertidumbre legal y a las presiones de los especuladores. En comparación, las décadas de los cincuenta y sesenta, sobre todo los años del gobierno de la Unión liberal, se perfilan como la edad de oro para las obras públicas, tanto en el gasto, como en los resultados (por ejemplo en los kilómetros construidos de vías de comunicación).

Cuadro 1

Gasto del Estado en las carreteras generales⁶²

Período	Gasto total (reales)	Media anual	Kilómetros construidos	Coste por kilómetro
1800-1808 ⁶³	185.600.000	23.200.000	2.045	90.757,9
1814-1819 ⁶⁴	35.522.523	5.920.42	s.d.	s.d.
1820	9.791.735	9.791.735	s.d.	s.d.
1824	3.355.668	3.355.668	s.d.	s.d.
1814-1834 ⁶⁵	s.d.	s.d.	914	s.d.
1834-1841	s.d.	6.850.000	s.d.	s.d.
1841-1844	80.000.000	20.000.000	468	170.940,1
1845-1849	177.156.440	35.431.288	1.245	142.294,3
1850-1854	276.894.294	55.378.859	2.090	132.485,3
1855-1856	114.757.718	57.378.859	874	131.301,7
1857-1863	815.919.804	116.559.972	4.263	191.395,7

El Bienio Progresista (1854-1856) había creado unas condiciones propicias para esta expansión, al profundizar en la modernización institucional -incluida la creación o la reforma de las instituciones de enseñanza técnica- y promulgando normas legales que, entre otros efectos, favorecían el afianzamiento del régimen liberal en España y creaban las condiciones para la acumulación de capital autóctono y la entrada masiva de capital extranjero (Ley de Desamortización, Ley de Ferrocarriles y ley sobre las sociedades de crédito, clave para el desarrollo de la banca).⁶⁶

⁶² Datos para esta tabla proceden de “Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, sus obras”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario (1899); datos del informe de Cipriano Seguno Montesino, *Memoria sobre el estado de las Obras públicas de España en 1856* reproducidos en “Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, sus obras”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario (1899); Agustín de Betancourt, “Noticia del estado actual de los caminos y canales de España. Causas de sus atrasos y defectos, y medios de remediarlos en adelante,” *Revista de Obras Públicas*, 5 (1869), 54-58; 6 (1869), 68-71; 10 (1869), 115-116; 13 (1869), 156-157. (la Noticia original es de 1803)

⁶³ El gasto contrasta con los 7.257.000 rs. de los recursos ordinarios disponibles para el ramo, ya aumentados en comparación los 3.000.000 designados anualmente a las obras públicas con anterioridad del año 1801. Esta falta de recursos en el pasado era, según Betancourt, la razón de que la actividad del ramo se tuviera que limitarse al mantenimiento de las obras ya construidas. Las dos cifras proporcionadas por Agustín de Betancourt, “Noticia del estado actual de los caminos y canales de España. Causas de sus atrasos y defectos, y medios de remediarlos en adelante,” *Revista de Obras Públicas*, 5 (1869), 54-58; 6 (1869), 68-71; 10 (1869), 115-116; 13 (1869), 156-157. Las cifras citadas también en Pablo Alzola y Minondo, *Historia de la obras públicas...*, 296.

⁶⁴ Si se compara esta cifra con el presupuesto fijo para el 1803 que era 7.257.000 rs., la disminución no sería demasiado pronunciada. Para una comparación acertada, hay que comparar con la inversión total entre 1800-1808, incluyendo los gastos extrapresupuestarios, dado su gran importancia para la cantidad total invertida. Incluyendo estos gastos, la inversión total en caminos había llegado a la media anual de 23,2 millones entre 1800-1808, una suma muy superior al presupuesto anual regular.

⁶⁵ En general, la evaluación del periodo fernandino en lo que se refiere al ramo de Caminos confirma el estereotipo de esos años como un periodo poco fructífero. Resulta impactante la comparación de los 914 km de carreteras construidos en los años 1814-1834 con los 2.045 km llevados a cabo en el periodo entre 1800 y 1808. Aunque la poca actividad se pudiera atribuir hasta cierto punto a la falta de voluntad de los dirigentes, tampoco debemos perder de vista que el mal estado de las finanzas y los conflictos armados que plagaban el país desempeñaron un papel por lo menos igual de importante

⁶⁶ A nivel general, fueron adoptadas leyes que abrían grandes posibilidades para el desarrollo de las obras públicas. En 1855 se promulgó la Ley de desamortización civil y eclesiástica que, entre otras cosas, establecía que el 50% de los fondos procedentes de la venta de los bienes enajenados se utilizarían exclusivamente en obras públicas de interés y

Los políticos y los facultativos al servicio del Estado aprendieron a armonizar los objetivos aparentemente contradictorios de satisfacer los intereses particulares por una parte, y conseguir resultados tangibles que pudieran ser presentados en la palestra pública como aportación al bien común, por otra. Esta concordia, patente sobre todo durante el Bienio Progresista y los gobiernos de la Unión Liberal, junto con los recursos que obtuvieron las arcas públicas a través de la desamortización, permitieron por fin avanzar en los proyectos emblemáticos del régimen liberal. Destacaban entre ellos la red de carreteras y la construcción del ferrocarril, esta vez con resultados reales, frente a las numerosas concesiones de las décadas anteriores que se quedaron en el papel. Los ingenieros de caminos supieron alentar y aprovechar tal bonanza. Se consolidaron como el cuerpo técnico más poderoso e influyente, y emprendieron a nivel individual la penetración en el sector privado, haciendo valer no solamente su experiencia en el servicio al Estado, sino también sus contactos y su capacidad de promover a través de la Administración una agenda particular.

Igual que el Ministerio de Fomento había jugado un papel central en los inicios de la institucionalización de la Administración del Estado, fueron dos cuerpos de ingenieros los primeros cuerpos civiles del Estado con características weberianas de servicio profesionalizado con competencias claramente definidas dentro de una jerarquía administrativa. Estos fueron el cuerpo de ingenieros de minas, fundado en 1833, y el de caminos, refundado en 1835 y dotado de un reglamento en el año siguiente, fecha en la que además sus competencias fueron ampliadas añadiendo puertos y faros a los caminos y canales. En 1835 surgió el proyecto de un cuerpo único de ingenieros civiles, en este sentido asimilable al proyecto diseñado durante el reinado de José I, que aglutinaría cuatro ramos especializados: ingenieros de minas, de caminos, de bosques y geógrafos. Dicho intento revela un plan de acción sistemática sobre el territorio nacional que abarcara las comunicaciones por agua y por tierra (camino y canales), el subsuelo (minas) y las zonas forestales (bosques) expuestas a la intervención debido a la desamortización, acción que estuviera basada en el conocimiento detallado y científico del territorio español (geógrafos). Los facultativos adquirirían la formación en un Colegio científico, compartiendo asignaturas de marcado carácter teórico que les dieran una base común, para luego dedicarse a los estudios relacionados con su especialidad. Finalmente, este proyecto no se llevó a cabo. En su lugar se constituyeron cuerpos independientes con centros de formación propios, lo que iba a marcar la ingeniería española decimonónica con pautas como el fuerte particularismo corporativo y el carácter múltiple y

utilidad general. La bonanza para el sector no se limitó a las consecuencias de esta ley, ya que en 1858 se realizó una emisión de acciones cuya venta produjo unos 58,8 millones de reales para la construcción de carreteras, canales y puertos. En 1859 se consignó para el mismo fin un crédito extraordinario de 1.000 millones de reales. Con estos recursos, el ramo de obras públicas pudo emprender obras de gran envergadura. Pablo Alzola y Minondo, *Historia de la obras públicas...*, 334-335. Sobre esta fase de la construcción de ferrocarriles en España, véanse Diego Mateo del Peral, "Los orígenes de la política ferroviaria en España (1844-1877)", en Miguel Artola (ed.), *Los ferrocarriles en España, 1844-1943*, vol.1, 1978, 87-131.

fraccionado de las identidades de los ingenieros al servicio del Estado, fenómenos que entre otros efectos limitarían la capacidad de acción colectiva de los ingenieros dentro del aparato administrativo y mitigarían las tendencias tecnocráticas.

Los dos cuerpos civiles consolidados en los años 1830, el de minas y el de caminos, compartieron ciertas características que iban a ser imitadas al fundarse otros cuerpos de ingenieros a lo largo de las décadas siguientes, en concreto por el cuerpo de ingenieros de montes (de consolidación gradual, iniciada en los años 1850 y culminada en los primeros años de la Restauración) y el de ingenieros agrónomos (creado *de iure* en 1879). En líneas generales, la administración de obras públicas y la gestión de minas incorporaron en sus órganos la división básica de la Administración española en activa y consultiva, según el modelo napoleónico.⁶⁷ El organigrama institucional incluía una dirección técnica del ramo y una junta consultiva. Como mantiene García Enterría, en el sistema napoleónico de la Administración hacía falta “incluir al técnico necesariamente en la escala jerárquica de decisión y mando, dado que su papel en la gestión de ciertos servicios de naturaleza técnica no podían ser reducidos a un papel consultivo, supuesta la limitación esencial que de la función consultiva (entendida como función colegial solemne) resultaba de aquella estructura.”⁶⁸ Las instituciones centrales proyectaban sus decisiones hacia el territorio nacional a través de sus “sucursales” locales, distribuidos según la división administrativa correspondiente. Además, cada cuerpo contaba con su propio centro de formación, sobre cuya gestión los miembros del cuerpo disfrutaban de una amplia autonomía.

La dirección técnica de cada ramo de la ingeniería civil asumía tanto las funciones técnicas como las administrativas. Mientras la Dirección general de minas, fundada todavía bajo el régimen fernandino en 1826, fue suprimida en 1849 sustituyéndose por un mero negociado de minería vinculado a la Dirección de industria, la Dirección general de obras públicas se consolidó como un organismo poderoso con un presupuesto y con un poder de decisión importantes. Por lo tanto, utilicémosla para definir un máximo al que aspiraban todos los cuerpos de ingenieros y como un modelo de funcionamiento de las direcciones técnicas dentro de la administración española en la segunda mitad del siglo XIX.⁶⁹ En cuanto a las funciones técnicas, los ingenieros al servicio de la Dirección de obras públicas podían encargarse del diseño, de la construcción, de la conservación y de la supervisión facultativa de las obras públicas de fomento: “los caminos de todas las clases, los canales de navegación, de riego y de desagüe, los puertos de mar, los faros y el desecamiento de

⁶⁷ Francisco Villacorta Baños, *Profesionales y Burócratas...*, 43-49.

⁶⁸ Eduardo García Enterría, *La Administración española*, Instituto de Estudios Políticos, Madrid, 1964, 48-49.

⁶⁹ En caso de los agrónomos, la Dirección general de Agricultura ejercía como un importante centro de coordinación el Servicio Agronómico de España, creado en 1879. En caso de Montes, la Dirección general de montes creada por las Ordenanzas de Montes en 1833 se suprime por decreto en 1842, para pasar la administración de montes a depender de la Dirección general de agricultura, industria y comercio del Ministerio de Fomento. En 1890, se creó el Servicio de las Ordenaciones de los montes públicos, otro organismo importante dentro de la administración forestal.

lagunas y terrenos pantanosos en que se interesen uno o más pueblos, la navegación de los ríos y cualesquiera otras construcciones que se ejecuten para satisfacer objetos de necesidad o conveniencia general”.⁷⁰ Además, los ingenieros de caminos debían establecer los criterios de redacción de los proyectos y evaluarlos, así como examinar los presupuestos. Su visto bueno era imprescindible para que se pudiera realizar cualquier obra de este tipo. Fuera de su dominio quedaban las llamadas *construcciones civiles de fomento*, como los edificios públicos y otro tipo de construcciones urbanas que eran de incumbencia de los arquitectos, un grupo profesional rival con el que los ingenieros libraron una larga pugna por competencias.⁷¹

Las tareas de la Dirección general de obras públicas y de su cuerpo de facultativos se desarrollaron en cuatro niveles, central (o del Estado), de distrito, provincial y municipal. Los ingenieros bajo el mando de la Dirección General situada en Madrid estaban distribuidos por el territorio conforme con una división del país en distritos, hecha especialmente para los propósitos de la administración de las obras públicas. El ingeniero jefe del distrito tenía bajo su mando a los ingenieros de todas las provincias que conformaban su distrito. Las obras públicas de fomento se clasificaban según la procedencia de los fondos utilizados para su realización en tres grupos, del Estado, de provincia y municipal, conforme con la organización administrativa del Estado. En caso de las obras del Estado, financiadas por el Tesoro público, era la misma Dirección General la que se encargaba de promover las obras, establecer las condiciones de su construcción, gestionarla y supervisarla, además de llevar a cabo la contabilidad general y elaborar el plan de obras para cada año. A nivel provincial, eran el responsable político y la diputación provincial quienes se encargaban de promover las obras costeadas con fondos provinciales y la Dirección General intervenía en la aprobación final de los proyectos, visados previamente por el ingeniero jefe del distrito. A nivel municipal, eran los ingenieros de provincia, al servicio de la Dirección General, quienes elaboraban los proyectos y los presupuestos de las obras impulsadas por los jefes de provincia o por los ayuntamientos, y el ingeniero jefe del distrito se encargaba de su aprobación.⁷² Las obras públicas podían realizarse por empresa (a través de la concesión), por contrata o directamente por la Administración, estableciendo la legislación el régimen de contrata como el mecanismo preferible.⁷³

⁷⁰ “Instrucción para promover y ejecutar las obras públicas” (Real Decreto del 10 de octubre de 1845) en Marcelo Martínez Alcubilla, *Diccionario de la Administración española*, vol.7, Madrid, 1887, 691.

⁷¹ Debate y normativa sobre las *construcciones civiles de fomento* en Marcelo Martínez Alcubilla, *Diccionario de la Administración española*, vol.7, 689 y 747.

⁷² En caso de que no hubiera tal ingeniero, el proyecto pudo ser elaborado por otro facultativo si no excedía 20.000 reales, para que luego lo aprobara el ingeniero-jefe de distrito. “Instrucción para promover y ejecutar ...”, art.48, 694.

⁷³ Según las Instrucción de 1845, los ingenieros de caminos al servicio de la Dirección dirigían todas las obras del Estado y las provinciales, fueran llevadas a cabo por contrata, por empresa o por la Administración, pero sólo en el último caso les correspondía ser jefes inmediatos de los subalternos y operarios empleados en ellas. En la práctica, durante gran parte de la época analizada, los ingenieros desempeñaron la dirección facultativa de las obras del Estado (y provinciales) y supervisaron las obras públicas hechas por contrata. A nivel municipal y provincial, los

La vertiente consultiva de la función técnica estaba plasmada en las juntas consultivas/facultativas, órganos con amplias atribuciones. Los materiales elaborados por estas juntas informaron las decisiones de los cargos políticos, además de condicionar el desarrollo de numerosos proyectos. La Junta consultiva de caminos, canales y puertos se creó en 1836, durante el breve gobierno progresista. Estaba presidida por el Director de caminos y compuesta por dos inspectores, cinco subinspectores y un secretario, todos ellos ingenieros de caminos. Este organismo iba a adquirir mucha importancia en las décadas siguientes al decidir sobre los proyectos de obras públicas y al ocuparse también de asuntos de carácter contencioso-administrativo, conforme con sus funciones estipuladas en el reglamento del cuerpo de caminos.⁷⁴ Se establecieron juntas de este tipo vinculadas a los otros cuerpos de ingenieros, aunque su composición y competencias pudieran diferenciarse del caso descrito.⁷⁵

En cuanto a los ingenieros de minas, el segundo tercio del siglo XIX no fue precisamente un periodo de éxitos para su cuerpo. La ley de 1849 privó a los ingenieros jefes de distrito de sus competencias administrativas garantizadas por la ley de 1825, incluida la percepción de los impuestos mineros (aunque seguían siendo encargados de obtener y proporcionar la información requerida para su recaudación adecuada). Sus atribuciones quedaron reducidas a las tareas de carácter técnico, sobre todo al reconocimiento y a la demarcación. En el contexto de la fiebre minera de los años 1840, los ingenieros fueron encargados de inspecciones previas a la otorgación de una concesión y de la supervisión siguiente de su explotación (por la ley del año 1859). Los ingenieros seguían dirigiendo las minas explotadas por el Estado aunque, como apunta Chastagneret, el cuerpo perdió el control directo sobre estos establecimientos con la supresión de la Dirección general de minas, a favor del ministerio de Hacienda. Entre los ingenieros crecían voces críticas en cuanto a la capacidad del Estado de explotar eficazmente las minas, llegando algunos a abogar por la venta de estas.⁷⁶ Además, el número crónicamente bajo de los miembros del cuerpo en activo impedía llevar a cabo una exploración sistemática del subsuelo español.

La desamortización, otro proyecto emblemático del liberalismo decimonónico, marcó la consolidación de otro cuerpo de ingenieros, el de montes. Encargados de la clasificación general de los montes y de establecer las pautas de gestión de los bosques públicos, los ingenieros de montes se verían en un territorio altamente conflictivo en un momento en el que todavía no podían contar

proyectos y los expedientes de concesión podrían ser suscritos por ingenieros, arquitectos, directores de caminos vecinales o maestros de obra, y éstos también podrían dirigir las obras, tal como indica la normativa de los años posteriores. Véase la nota a pie n. 131.

⁷⁴ El grado de autogobierno queda patente en el “Proyecto de Reglamento para el régimen interior de la Junta consultiva de caminos, canales y puertos”, *AHN*, MOP, leg. 51, 1859; y luego la plasmación del mismo en el *Reglamento para el régimen interior de la Junta consultiva de caminos, canales y puertos*, Imprenta Nacional, Madrid, 1859 (R.O. del 9 de diciembre de 1859).

⁷⁵ Por ejemplo, en caso de la Junta consultiva de minas, formaba parte de ella también el profesor más antiguo de la Escuela especial.

⁷⁶ Gérard Chastagneret, *L'Espagne, puissance minière...*, 240-244 y 483.

con un grado de institucionalización y consolidación del que disfrutaban por ejemplo sus compañeros del ramo de obras públicas y que les protegiera de las presiones y de los ataques directos a sus instituciones. Molestando a todo tipo de fuerzas en su afán de establecer el control sobre el aprovechamiento del monte público y abortar la desforestación debida al uso de la tierra basado en la obtención de beneficios inmediatos, los ingenieros de montes tardaron décadas en conseguir un mayor grado de estabilidad institucional y de control sobre la marcha del proceso desamortizador.⁷⁷

A mediados del siglo aparecieron en el escenario también los ingenieros agrónomos, productos de la Escuela central de Agricultura impulsada durante el Bienio Progresista, dentro del afán por promover la instrucción pública a todos los niveles. Sin contar inicialmente con un cuerpo de funcionarios, los ingenieros identificaron a la Administración como el vehículo más eficaz de promoción de sus iniciativas, capaz de vencer o mitigar la indiferencia e incluso la resistencia activa de los propietarios frente al esfuerzo de los ingenieros en atribuirse el papel de mediadores entre la agricultura y la producción tecnológica. Movilizando los tópicos capaces de conectar con las visiones políticas de diversos signos, ya que compaginaron el consuelo de la estabilidad rural con las promesas de la innovación científica, los promotores del cambio en la agricultura aspiraban a conseguir el aprovechamiento eficaz de la riqueza rural en un país que era -y en opinión de muchos, debía seguir siendo- predominantemente agrícola.⁷⁸ Como afirma Juan Pan-Montojo, la apuesta de los ingenieros agrónomos por la mecanización, como también la orientación de sus iniciativas -desde las fortalezas todavía precarias de las instituciones públicas- hacia los grandes propietarios, supusieron una contribución a la construcción del discurso elitista sobre la centralidad de los propietarios en el progreso.⁷⁹

En la Administración española, la función técnica de la que formaban parte los cuerpos de ingenieros-funcionarios logró labrarse un espacio privilegiado frente al régimen general administrativo, desarrollando de forma temprana los atributos que iban a convertirse en rasgos característicos del funcionariado de los Estados modernos.⁸⁰ No es de sorprender que cuando el ministro de Hacienda Juan Bravo Murillo pretendía modernizar la administración en los años 1850, los cuerpos de ingenieros -y entre ellos especialmente el de caminos- le sirvieron de referencia. Entre las características a destacar de estos cuerpos figuraban el acceso a través de un proceso de selección escolar considerado como *meritocrático*, *objetivo* y *alejado del nepotismo*, la

⁷⁷ Josefina Gómez Mendoza, *Ciencia y política de los montes españoles (1848-1936)*, Icona, Madrid, 1992; Vicente Casals Costa, "Saber es hacer: Origen y desarrollo de la ingeniería de montes y la profesión forestal", en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e Ingeniería en España*, vol. 5, *El ochocientos...*, 395-447 (sobre todo 410-413).

⁷⁸ Juan Pan-Montojo, "Los lenguajes políticos de la agricultura en España, 1760-1936", en Manuel Pérez Ledesma (ed.), *Palabras de la Modernidad* (en prensa)

⁷⁹ Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología ...*, 92.

⁸⁰ Francisco Villacorta Baños, *Profesionales y Burócratas...*, 45.

organización jerárquica en un escalafón, la determinación de las funciones a través de un reglamento, la promoción por antigüedad percibida como barrera contra el *favoritismo* y la *influencia política*, y la inamovilidad, interpretada como fundamental para que los ingenieros no tuvieran que sucumbir a la *presión política* por el miedo a perder su puesto.⁸¹ Estos elementos contribuyeron a construir y reforzar la imagen de *meritocracia* de la que gozaban los cuerpos de ingenieros españoles y que les otorgaba legitimidad y prestigio. Además, les ayudaba a alcanzar una posición privilegiada también a nivel social a la vez que hacía invisibles las barreras al libre acceso, como fue la exclusión de las mujeres y de los extranjeros y los criterios sociales como la capacidad de afrontar una preparación costosa y difícilmente accesible, la posesión del capital cultural e incluso un perfil físico y un comportamiento apropiados.⁸²

No está de más llamar la atención a la acentuación de las características cuasi-militares de los cuerpos de ingenieros civiles en comparación con los tiempos de Betancourt, desde las más obvias como era el uso del uniforme⁸³ y algunas normas de disciplina, pasando por el escalafón parecido al de los ingenieros militares, hasta el fomento del sentido de honor y del espíritu del cuerpo. También es importante subrayar que desde el principio se desarrollaron diversos mecanismos de autorregulación corporativa y, a pesar de tener que asumir la incorporación en el aparato burocrático general y la subordinación a la autoridad de los políticos, los cuerpos facultativos consiguieron mantener un alto grado de autonomía a lo largo del siglo XIX. Ésta les permitía defender sus intereses y obstaculizar las reformas que amenazaban con limitar el control de los ingenieros sobre los asuntos que consideraban de su incumbencia, como la educación de los aspirantes a ingenieros o los asuntos correspondientes a cada ramo.

La función pública, redefinida del servicio al soberano hacia el servicio a la Patria, llegó a representar el ancla de la identidad de aquellos hombres. Los mecanismos impersonales de su selección y promoción diferenciaron a los ingenieros de otros empleados públicos elegidos a dedo y expuestos a cesantías. Permitieron que los ingenieros se distanciasen del clientelismo característico de la Administración española en el siglo XIX y que desarrollasen una defensa de sus intereses corporativos desde la lógica abstracta del bien común. Además del espíritu de cuerpo, los ingenieros interiorizaron la noción del servicio al Estado, por encima de las lealtades políticas del momento. Hombres que durante el primer tercio del siglo XIX se habían postrado -aunque fuese sólo de forma retórica- a los pies de Su Majestad pidiendo su sueldo retrasado, aprendieron rápido a reclamar los derechos y las competencias, escudándose en los reglamentos y -a nivel simbólico- en las

⁸¹ Como veremos en el capítulo *El desempeño profesional*, la función técnica en España gozaba además de unos sueldos relativamente elevados, además de derechos como la excedencia y la jubilación, establecidos en los reglamentos de cada cuerpo de técnicos.

⁸² Este análisis está desarrollado en los capítulos siguientes.

⁸³ Para los ingenieros de caminos se impuso por la Real Orden del 7 de enero de 1842.

exigencias del servicio *desinteresado* al progreso de la Nación.⁸⁴

Además de sus tareas principales, los ingenieros militares y civiles desempeñaron un papel clave tanto en la creación de un marco jurídico liberal para la actuación del Estado y de los particulares, como en la ejecución de los proyectos públicos y privados. Formaron parte de distintas comisiones encargadas de elaborar informes facultativos en las que se apoyara la actividad legislativa y la acción administrativa. En concreto, podemos mencionar los proyectos cartográficos, como el del Mapa de España, y las instituciones vinculadas con ellos.⁸⁵ La institucionalización geográfica se llevó a cabo, como apunta Reguera, al servicio de la propiedad y el orden político moderado, aunque no hay que olvidar la importancia de una representación cartográfica del territorio para la creación del imaginario nacional, y en este sentido fue entendida, según parece, por las fuerzas políticas que componían la Unión liberal.⁸⁶ Hasta que se fundara en 1900 el cuerpo de ingenieros geógrafos, eran sobre todo los ingenieros militares quienes lograron dominar los organismos relacionados con la cartografía y con los trabajos topográficos, a pesar de que numerosos proyectos preveían una dirección civil. Se trataba de una golosina demasiado apetecible como para renunciar a ella desaprovechando la tradicional implicación militar en empresas de este tipo y la influencia que ejercía un cuerpo que rondaba unos doscientos efectivos. Sin embargo, ni la autoridad de la que gozaban los ingenieros militares consiguió sacar adelante proyectos como el del catastro gráfico, que chocaban frontalmente con los intereses de las oligarquías locales por ocultar la propiedad y eludir así los impuestos.⁸⁷

El hecho de que a mediados del siglo quedaran establecidos el modelo organizativo de ingenierías como carreras del Estado y el protagonismo de la Administración en distintos campos de acción bajo la premisa del fomento, no significa que estuvieran ausentes otros proyectos de organización de la ingeniería y del incentivo al desarrollo económico, complementarios, o incluso alternativos a los existentes. Con la apertura del Real Instituto Industrial (1850) y de la Escuela Central de Agricultura (1855) surgieron carreras de ingenieros que no estaban diseñadas para nutrir

⁸⁴ Para un ejemplo del primer tercio del siglo, véanse la correspondencia con la superioridad del ingeniero Subercase: una carta datada del 27 de agosto de 1815, dirigida al rey, reza: “Don Juan Subercase Ingeniero de Caminos y Canales, postrado a los reales pies de V.M. con el mas profundo respeto expone: que habiendole destinado los Sres Directores de Correos y Caminos á Villafranca del Vierzo para cuidar del trozo de camino comprendido entre Astorga y Lugo, les hizo presente en 22 de este mes que para llevar á debido efecto sus órdenes, necesitaba hacer gastos extraordinarios y excesivos para los cuales no alcanzaba su corto sueldo: tales son un viage de 70 leguas con su muger enferma, un niño de tres años y sus muebles; la compra de un caballo con arreglo á las instrucciones de su empleo; y la adquisicion de algunas instrumentas y libros costosos indispensables para el mejor desempeño de su obligacion....”, *AMOPU*, leg. 6856, expediente de Juan Subercase y Krests.

⁸⁵ José Ignacio Muro, Francesc Nadal y Luis Urteaga, *Geografía, Estadística y catastro en España 1856-1870*, Ediciones del Serbal, Barcelona, 1996.

⁸⁶ Antonio T. Reguera Rodríguez, *Geografía de Estado....* Juan Pro Ruiz, “A concepção política do território e a construção...”, 191.

⁸⁷ El trabajo de los ingenieros militares en la determinación y la medición de los límites municipales entre 1859-1869 destapó la ocultación en los amillaramientos de la gran parte de las tierras, es decir, un fraude masivo. Juan Pro Ruiz, *Estado, geometría y propiedad....*

cuerpos de funcionarios, sino para formar hombres que ejercieran la actividad profesional en el sector privado o fueran contratados por los organismos públicos a nivel individual. Los ingenieros agrónomos, empleados en los primeros años ante todo como catedráticos de instituto, no consiguieron labrarse suficiente espacio en el sector privado y canalizaron su actividad hacia la Administración, aspirando a convertirse en un cuerpo de funcionarios semejante a los ya existentes, un objetivo que alcanzaron durante la primera década de la Restauración. Por su parte, los ingenieros industriales siguieron una trayectoria bien distinta, llegando a constituir en muchos aspectos un modelo alternativo de ingeniería en España, el más cercano a la definición estricta de la profesión liberal.⁸⁸

Las raíces de la carrera de ingeniero industrial se pueden trazar hasta la segunda mitad del siglo XVIII, hasta las instituciones de enseñanza técnica debidas a las iniciativas de los hombres al servicio del Soberano, a la actividad de los poderes locales o a la colaboración entre los dos niveles. En cuanto al impulso por parte de la autoridad central, la creación del Real Instituto Industrial (RII) se inscribe en la línea de las políticas fomentistas en su faceta industrialista, que abarcan desde el Real Gabinete de máquinas, pasando por el proyecto josefino de un conservatorio de artes y oficios, hasta el Real Conservatorio de artes, en cuyo seno se formó este establecimiento de formación industrial, inspirado fuertemente en la *École Centrale des Arts et manufactures* de París.⁸⁹ Por otra parte, el proyecto del Real Instituto diseñado a finales de los 1840 aspiraba a integrar el Instituto en un sistema piramidal de enseñanzas técnicas –parecido al existente en Prusia– que el gobierno central pretendía formar, compuesto por las escuelas que estaban funcionando en otros puntos de España gracias al esfuerzo de los poderes locales, formales e informales, y por otros centros periféricos cuya apertura o reapertura se incentivó en un ambiente de optimismo que iba a mostrarse excesivo.⁹⁰

Como veremos, el único centro de formación de ingenieros industriales que sobreviviría en el año 1867 y seguiría produciendo un número importante de ingenieros industriales, era la Escuela

⁸⁸ Ramón Garrabou, *Enginyers industrials, modernització econòmica i burgesia a Catalunya (1850 – inicis del segle XX)*, L'Avenç/Collegi d'Enginyers Industrials, Barcelona, 1982; Guillermo Lusa, “Industrialización y educación: los ingenieros industriales (Barcelona, 1851-1886)”, en Roser Enrich et al. (eds.), *Tècnica i Societat en el Món Contemporani*, Museu d'Història de Sabadell, Sabadell, 1994, 61-78.

⁸⁹ Sobre la *École Centrale*, véase André Grelon, “Du bon usage du modèle étranger : la mise en place de l'École centrale des Arts et manufactures”, en Irina Gouzévitch, André Grelon y Anousheh Karvar, *La formation des ingénieurs en perspective. Modèles de référence et réseaux e médiation (XVIIIe-XXe siècles)*, Presses Universitaires de Rennes, Rennes, 2004, 17-21. Sobre los modelos extranjeros en la enseñanza industrial en España, véase por ejemplo Guillermo Lusa Monforte, “L'enseignement industriel pendant la première phase de l'industrialisation espagnole: l'École d'Ingénieurs de Barcelona”, en Irina Gouzévitch, André Grelon y Anousheh Karvar, *La formation des ingénieurs...*, 35-52, sobre todo 47-48.

⁹⁰ Jordi Monés, *L'obra educativa de la Junta d'Comerç (1769-1851)*, Cambra Oficial de Comerç, Indústria i Navegació, Barcelona, 1987. Asimismo se pretendía reavivar la tradición ilustrada de formación técnica en Guipúzcoa, iniciada por el Seminario de Vergara gracias a la iniciativa de la Sociedad Vascongada de Amigos del País en 1765, ampliando las enseñanzas en el Instituto Guipuzcoano. Dentro de este plan ambicioso se crearon o ampliaron centros de enseñanzas técnicas también en Sevilla, Valencia, Gijón, Cádiz y en varios otros lugares.

de ingenieros industriales de Barcelona. La enseñanza técnica tenía una larga tradición en la ciudad condal, pues la junta de comercio de Barcelona había incentivado desde mediados del Setecientos el funcionamiento de varias escuelas que proporcionaban la instrucción en artes e industrias y ofrecían a sus alumnos la posibilidad de completar su formación en el extranjero. Después de convertirse en la Escuela Industrial e integrarse en el sistema de enseñanza técnica diseñado por el gobierno central, la institución catalana luchó por el derecho de impartir la enseñanza superior, lo que pronto consiguió. El dinamismo industrial de Cataluña constituía un ámbito propicio para el desarrollo de la profesión de ingeniero industrial, menos dependiente de la Administración que las otras ingenierías existentes en España, y el interés que mostraron los fabricantes catalanes por conservar y fomentar las enseñanzas técnicas en Barcelona sirvió de valioso apoyo para el establecimiento.⁹¹

La creación de una red jerárquicamente organizada de establecimientos de enseñanzas técnicas a mediados del siglo XIX se entiende reconociendo la importancia que otorgaban las principales fuerzas políticas de la época, y sobre todo los progresistas, a la industrialización como factor decisivo para el progreso de España. Como afirma Agustí Nieto-Galán, “maquinismo, industrialización y modernización parecían casi sinónimos desde las políticas oscilantes del incipiente Estado liberal español”.⁹² Mas la mayoría de los establecimientos de formación media o superior no sobrevivieron más de unos años, e incluso el Real Instituto Industrial se vio obligado a cerrar en 1867. En el fracaso de la mayoría de los establecimientos destinados a formar a los ingenieros industriales y del sistema mismo de enseñanza técnica en su conjunto se conjugaron, según mi opinión, varios factores. La debilidad del tejido industrial español, que limitó las posibilidades laborales de los graduados, y los problemas de financiación, figuran entre los motivos de peso frecuentemente citados, pero no son los únicos.⁹³ Además, estos centros se crearon precisamente para remediar esta debilidad, como también para sustituir a los *rutinarios* y a los técnicos extranjeros que trabajaban en España, un hecho que por sí mismo da a entender que además de la falta de trabajo dicho fracaso tenía otras causas. La clave está, en mi opinión, en la tensión entre el perfil científico y la vocación de élite de los ingenieros en la tradición consolidada en España por una parte, y falta de legitimidad de esta figura en el sector industrial. Mientras que la voluntad política que subyacía en los proyectos de la enseñanza técnica apuntaba hacia una formación orientada hacia la utilidad y aplicación inmediata, por otra parte no renunciaba a la

⁹¹ Guillermo Lusa, “Industrialización y educación: los ingenieros industriales (Barcelona, 1851-1886)”, en Roser Enrich et al. (eds.), *Tècnica i Societat...*, 61-80.

⁹² Agustí Galán-Nieto, “Maquinismo y revolución industrial en España, en clave tecnológica: transferencias y apropiaciones”, en Antonio Lafuente, Ana María Cardoso y Tiago Saraiva (eds.), *Maquinismo ibérico*, Doce Calles, Aranjuez, 2007, 328.

⁹³ Guillermo Lusa, “La difícil consolidación de las enseñanzas industriales (1855-1873)”, *Documentos de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona*, 7, (1997), 114-119; José Manuel Cano Pavón, “El Real Instituto Industrial de Madrid y las escuelas periféricas” en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en España*, vol. 5, *El ochocientos...*, 295-350.

definición de los estudios superiores de ingeniero como científicos, con alta carga teórica. Esta dualidad repercutía en el reclutamiento del alumnado, creándose unas dinámicas viciosas que obstaculizaron el desarrollo de la enseñanza industrial. El sistema diseñado de formación continua desde el nivel elemental, en el que los más dotados y motivados pudieran alcanzar el nivel superior de ingeniero, logró reclutar un gran número de alumnos entre los artesanos y obreros. Dado el bajo nivel de la educación en general y a las dificultades económicas que presentaba a las familias el mantener a un estudiante, a estos jóvenes les resultaba difícil llegar al nivel superior, caracterizado dentro de la tradición de la ingeniería española por su orientación teórica.⁹⁴ Por otra parte, los jóvenes de familias acomodadas que podían permitirse cultivar en sus hijos los conocimientos científicos y mantenerles mientras se formaban durante varios años, no se veían seducidos por la perspectiva de pasar varios años trabajando en un taller, con el poco prestigio que este tipo de trabajo arrastraba, y salir del sistema sin garantía ninguna de lograr ocupación prestigiosa y bien remunerada, al no existir un cuerpo de funcionarios ni la exclusividad profesional. En pocos sitios de España el desarrollo industrial había llegado a un grado en el que pudiera ofrecer trabajo cualificado para ingenieros con perfil científico, e incluso allí su figura tenía difícil acomodo al no gozar de legitimidad incuestionable ni entre los industriales ni entre los operarios.

La Ley de instrucción pública promovida por los moderados en 1857 (conocida como Ley Moyano), al separar la formación de ingenieros de las enseñanzas técnicas elementales, obstaculizó una posible vía de ascensión social. Vino a confirmar que a las élites decimonónicas españolas les resultaba difícil superar la visión de que había dos tipos de jóvenes, aquellos de origen “humilde” acostumbrados al trabajo exhaustivo en condiciones difíciles, por una parte; y los hijos de las llamadas “buenas familias” que poseían la “delicadeza” de espíritu suficiente como para adentrarse en las profundidades del conocimiento científico, y que no deberían ser expuestos a las fatigas del trabajo manual ni siquiera durante su formación, por otra.⁹⁵ Había ciertas diferencias de opinión en cuanto a la formación de los primeros, ya que según la convicción de algunos, no deberían introducirse en el conocimiento científico, ya que solo lograrían asimilarlo mal y lo utilizarían para justificar demandas “absurdas” e ideologías “peligrosas”. Otros, entre los que figuraban destacados ingenieros industriales, estaban convencidos de que cierta dosis de formación teórica moralizaría a los obreros y suavizaría sus costumbres, desactivando su potencial revolucionario y haciéndoles

⁹⁴ Incluso, como apunta Cano Pavón, aquellos que recibieron una instrucción técnica de nivel elemental y medio no siempre fueron recibidos con los brazos abiertos en la industria. Los dueños de talleres y fábricas preferían explotar a los aprendices, a los que se pagaba poco bajo el pretexto que al trabajar se formaban. *Ibidem*, 344-345.

⁹⁵ Este tipo de actitudes se manifiesta por ejemplo en el informe de Mariano Miguel Reinoso sobre la enseñanza agronómica o en el informe de Agustín Monreal sobre la enseñanza industrial en España. Para el análisis del segundo, véanse José Manuel Cano Pavón, “El informe de Agustín Monreal sobre la enseñanza industrial en España y Europa”, *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 4 (2004), 95-117. El informe de Reinoso: Mariano Miguel Reinoso, “Sobre enseñanza agrícola profesional. Informe elevado al Excmo. Sr. Ministro de Comercio, Instrucción y Obras Públicas”, *Boletín Oficial del Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas*, 12 (1850), 266-295, 330-341, 354-375, 389-401, 410-435 y 13 (1851), 9-31.

más fáciles de gobernar. De paso, al inculcárseles el respeto por la ciencia y por la instrucción formal, se convertirían, como apunta Guillermo Lusa, en los agentes de los ingenieros en los talleres y en las fábricas, promoviendo y legitimando la introducción de los métodos “científicos” y de las nuevas tecnologías.⁹⁶

La separación de la carrera superior, además de las dinámicas internas de los establecimientos en su afán de alcanzar un perfil científico, de lograr el derecho de otorgar el título de ingeniero y de atraer alumnado de élite, culminaron en el reconocimiento como superiores de los centros de Barcelona, Sevilla, Valencia, Vergara y Gijón, además del RII. Este paso supuso una disminución drástica del alumnado en la mayoría de estos centros, ya que la eliminación de la gratuidad de la matrícula y la obligación de prepararse para el acceso en las facultades de ciencias ahuyentó a los hombres de origen pobre, mientras los hijos de familias acomodadas siguieron, salvo en Cataluña, optando por las ingenierías del Estado, que garantizaban trabajo estable y alto prestigio social.⁹⁷ Pronto, la mayoría de los centros murieron del éxito de su flamante carácter superior, rematados por la incapacidad de los organismos locales de contribuir a su mantenimiento tal como establecía la mencionada Ley Moyano. La disminución drástica del alumnado proporcionó razones al gobierno de Narváez para clausurar en 1867 el Real Instituto Industrial, un organismo vinculado por su trayectoria y por su personal con el progresismo. La menor dependencia de las escuelas periféricas de la financiación del Estado, que resultó letal para la mayoría de ellas, constituyó una ventaja en el caso de la Escuela de ingenieros industriales de Barcelona, que se salvó del cierre gracias al apoyo del ayuntamiento de la ciudad y de la diputación provincial, especialmente por la capacidad y la voluntad de estas dos instituciones de sostenerla.⁹⁸ Esta escuela se convirtió en el eje de la consolidación de la profesión de ingeniero industrial en España, destacando por su alto nivel científico, por su compromiso con la instrucción de los obreros y, sobre todo, por su capacidad de formar varios centenares de ingenieros a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX y principios del XX.

3. *Entre la reforma y la revolución*

⁹⁶ Estas observaciones de Guillermo Lusa, basadas en el análisis de fuentes primarias, están detalladas en Guillermo Lusa, “La difícil consolidación...” y en Francesc Xavier Barca y Guillermo Lusa, “Ramon de Manjarrés (1827-1918). La química agrícola i la professionalització de l’enginyer industrial”, en J. M. Caramasa y Antoni Roca Rosell (eds.), *Ciència i tècnica als Països Catalans: Una aproximació biogràfica*, vol. 1, Fundació Catalana per a la Recerca, Barcelona, 1995, 383-423.

⁹⁷ Véase por ejemplo la necrología de un ingeniero de caminos en la Revista de obras públicas: “El deseo de no ser gravoso a sus padres, y poderles ser útil en el futuro, le hizo abandonar a su vez esta carrera [la del ingeniero industrial – nota de DM], por no considerarla de gran porvenir en este país, y desde entonces se fijó en la de Ingenieros de Caminos.” En “Necrología. Don Rafael de Zafra”, *Revista de Obras Públicas*, 10, (1871), 120-122.

⁹⁸ Se estableció una financiación compartida por la Diputación, el Ayuntamiento y el Estado. Guillermo Lusa Monforte, “L’enseignement industriel pendant la première phase de l’industrialisation espagnole: l’École d’Ingénieurs de Barcelona” en André Grelon, Irina Gouzévitch y Anousheh Karvar, *La formation des ingénieurs...*, 35-52.

Como acabamos de apreciar, durante la segunda mitad del siglo XIX llegaron a coexistir en España dos maneras principales de percibir la ingeniería, con sus respectivas plasmaciones institucionales: como carrera administrativa y como profesión liberal. Esta división, lejos de ser estable, constituía más bien una frontera conflictiva y disputada. En las tensiones articuladas a través de ella subyacían cuestiones amplias sobre la legitimidad política y sobre la organización social. Los cuerpos de ingenieros al servicio del Estado, a la vez que alcanzaron un mayor grado de consolidación, de poder efectivo y de prestigio, se vieron expuestos a un cuestionamiento radical de su razón de ser. Esta puesta en duda fue frecuentemente vinculada con el más amplio debate sobre el papel del Estado como actor en el escenario económico del país, aunque también pudo limitarse a la crítica de la posición de exclusividad ocupada por los cuerpos dentro del Estado, sin cuestionarse la acción interventora de la Administración en sí. Desde que se consolidaran los cuerpos de ingenieros, una parte de sus miembros mostró interés en los temas del funcionamiento de la Administración, manifestando una actitud vigilante y crítica. A partir de finales de los años cuarenta, los conflictos salieron de los despachos, dirimiéndose con una frecuencia cada vez mayor en la palestra pública. Los ingenieros no solamente se implicaron como individuos, sino también como grupos socio-profesionales. Compartían el discurso liberal hegemónico en el sentido de reconocer el papel clave de los propietarios, pero a su vez reivindicaron la figura del facultativo como promotor del bien común basado en conocimiento objetivo. Desde esta posición supieron trasladar conflictos gestados a nivel político-económico a su terreno, consiguiendo que se libaran a través del discurso objetivizante de la ciencia. Algunos ingenieros no se limitaron a promover las políticas de innovación científico-tecnológica en su campo de acción facultativa desde la Administración, sino que se convirtieron en actores del cambio político, apoyándose en su *expertise* para legitimar sus planteamientos en este campo. Sus posiciones fueron evolucionando a lo largo del tiempo, contribuyendo a construir las corrientes ideológicas del momento y nutriéndose de ellas. Desde luego resultaría burdo ofrecer una visión homogénea del pensamiento y del activismo político de los ingenieros, obviando las marcadas diferencias ideológicas existentes entre los hombres salidos de las escuelas de ingeniería españolas. Por lo tanto, los párrafos siguientes se refieren a la evolución de las tendencias dominantes, teniendo en cuenta que la hegemonía no se establece según el número de los partidarios de cada corriente, sino según la voluntad y la capacidad de un grupo de hacer oír su voz y de imponer sus convicciones, al lograr convertirse en representantes de sus silenciosos -o incluso discrepantes- compañeros a nivel institucional y en el escenario público.

Durante los años cincuenta se puede identificar una influyente corriente progresista tanto entre los ingenieros del Estado, como entre los ingenieros industriales y agrónomos, desencantados por la falta de resultados materiales de las políticas de fomento desarrolladas por los moderados.

Estos ingenieros progresistas, entre los que se encontraban destacadas figuras del cuerpo de caminos como Gabriel Rodríguez o José Echegaray, constituían el grupo más numeroso y con mayor influencia. En su mayoría no renegaron de los planteamientos desarrollados por sus compañeros en las décadas anteriores, que ensalzaban el papel de la Administración y de los facultativos a su servicio como promotores *desinteresados* del bien común, pero a la vez mostraron una mayor confianza en el papel que podría desempeñar la iniciativa privada si las leyes eliminaran los obstáculos para su despliegue en vez de entorpecerlo.⁹⁹ En su crítica de las políticas moderadas de fomento, los ingenieros denunciaron la apatía, la legislación inadecuada, la corrupción y la especulación como causas de la falta de resultados tangibles. Las soluciones que ofrecían incluían tanto el incentivo a la iniciativa privada a través de las garantías legales, como un papel activo del Estado en el campo de la educación que extendiera los conocimientos útiles para el progreso del país. El papel más activo del Estado como inversor e incluso como constructor estaba abierto al debate, no habiendo un consenso alrededor de él, aunque prevaleciera la convicción que al menos en un contexto de *atraso* el Estado tenía que intervenir más de lo que hubiera sido necesario en los países más *adelantados*.

Este ambiente de vivos debates fue testigo de la creciente confianza en sí mismos, en tanto que poseedores del conocimiento útil y servidores al bien común, en la que algunos ingenieros apoyaron su activismo político. Tal como mantiene Fernando Sáenz Ridruejo, el protagonismo de un grupo de ingenieros de caminos en la revolución de Vicálvaro que llevó al poder a los progresistas, está fuera de toda la duda. No sólo se ha constatado que la redacción de la flamante *Revista de Obras públicas* y el Ateneo de Madrid, frecuentado por algunos de los jóvenes

⁹⁹ La argumentación que en los años 1840 reivindicaba no sólo la figura del ingeniero-funcionario desinteresado frente al interés privado egoísta, sino también el protagonismo del Estado. Se puede apreciar esto en el informe de la comisión –compuesta por tres ingenieros de caminos y presidida por Juan Subercase– encargada de elaborar la normativa legal y establecer criterios técnicos para la construcción del ferrocarril en España. La comisión consideraba que lo ideal sería que el Estado se encargase de la construcción de los ferrocarriles, porque su objetivo no es el beneficio financiero, sino “el aumento de la riqueza pública y el bienestar de los gobernados”. Dado que los autores del informe preveían que el Estado no iba a querer hacerse cargo de la construcción de ferrocarriles por razones económicas, la intervención de los organismos privados sería indispensable. Con el fin de limitar “las pretensiones, siempre exageradas [de las compañías privadas – nota de DM]” y defender los intereses públicos, la comisión proponía adoptar una política de intervencionismo activo en la construcción y explotación de los ferrocarriles, además de establecer máximas garantías administrativas. Como se puede apreciar en el informe, el ideario de estos ingenieros de la primera mitad del siglo XIX, incluido Juan Subercase, presidente de la comisión y miembro del partido progresista, estaba marcado por un liberalismo híbrido alejado en varios aspectos de los principios del liberalismo económico. Estos hombres oponían la labor supuestamente desinteresada de los facultativos al servicio del Estado a la iniciativa privada hambrienta de dinero. Resulta muy significativo comparar su razonamiento con el discurso de la *Revista de Obras Públicas*, portavoz de los ingenieros jóvenes unos diez años más tarde. La nueva generación de ingenieros abrazaba el liberalismo económico en su variante librecambista. Para ellos la iniciativa privada llegó a convertirse en el ideal y la intervención estatal representaba el papel de un mal menor, mientras los “viejos liberales” como Subercase percibían la búsqueda del beneficio económico como algo no del todo ortodoxo. Para la comisión y su informe, véase Diego Mateo del Peral “Los orígenes de la política ferroviaria...,” 31-45. Para el cambio de actitud hacia el papel del Estado, véase Ángel de Retortillo, “Caminos de hierro”, *Revista de Obras Públicas*, 3 (1853), 25-29. El “amor al bien público” aparece reivindicado como característica principal del cuerpo de ingenieros de caminos en “Parte oficial”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1872), 1-2.

ingenieros, eran dos importantes plataformas de gestación de la revolución, sino que una vez esta había triunfado, dicha revista publicó artículos que manifestaron la satisfacción con el cambio político.¹⁰⁰ La sintonía entre el gobierno progresista y un sector importante de los ingenieros de caminos se aprecia también en la vuelta del legendario director y progresista Juan Subercase a la dirección de la Escuela de caminos. Las figuras de adherencia progresista se encuentran también entre los que impulsaron el Real Instituto Industrial y la educación industrial en general. Sin embargo, a pesar del despegue de las obras públicas y del impulso a la enseñanza técnica, el discurso crítico con la corrupción y la ineficacia de la Administración no amainó, ni en las filas de los ingenieros del Estado, ni entre los ingenieros industriales, aún más motivados por su posición precaria para preguntarse sobre las razones de la debilidad de la industria española y de la lentitud del progreso de la nación en general. Los años sesenta iban a llevar a muchos ingenieros a un cuestionamiento cada vez más radical del papel del Estado desde las posiciones del librecambismo.

También en el seno del cuerpo de ingenieros de montes se produjeron debates sobre el papel del Estado, en este caso sobre la gestión de los bosques, sobre todo en relación con las dinámicas iniciadas por la desamortización. Es cierto que hubo ingenieros que desde las posiciones del liberalismo económico defendieron la capacidad de los propietarios privados de gestionar el monte maderable. Pero la posición oficial del cuerpo, plasmada por ejemplo en el informe de la Junta de Montes de 1855, mantenía que dadas las particularidades de una explotación que debía compaginar la maximización del beneficio con la supervivencia a largo plazo de las zonas forestales, el Estado era la única fuerza capaz de conservar el monte alto y por lo tanto este tipo de monte no debería ser expuesto a la enajenación.¹⁰¹ Las actitudes conservacionistas, basadas en los planteamientos naturalistas, iban a prevalecer hasta finales del siglo XIX, ganándose el cuerpo de montes una imagen “centralista” y conservadora, al chocar con los principios del mercado defendido por el liberalismo económico.¹⁰²

Como ya se ha afirmado, los años 1860 presenciaron el planteamiento de una crítica demoledora del papel del Estado en el fomento de la riqueza. El pensamiento librecambista fue impregnando las opiniones expresadas por los ingenieros industriales, de minas y de caminos en las revistas que, aunque se debieran a la iniciativa de unos pocos, lograron convertirse en órganos de expresión corporativo-profesional. Asimismo, la existencia de los cuerpos de ingenieros se vio

¹⁰⁰ Sobre el protagonismo de los ingenieros de caminos en la Vicalvarada, véanse Fernando Sáenz Ridruejo, *Los ingenieros de caminos*, 98 y 105-106. Entre los artículos abiertamente a favor del cambio político, véase por ejemplo A. de Marcoartú, “La revolución y las obras públicas”, *Revista de Obras Públicas*, 16 (1854), 205-206.

¹⁰¹ *Real Decreto de 26 de octubre de 1855 para la ejecución de la Ley de 1 de mayo del mismo año en la parte relativa a la desamortización de los montes y el informe emitido con este objeto por la Junta Facultativa del Cuerpo de Ingenieros del ramo*, Imprenta del Colegio de Sordo-Mudos, Madrid, 1855. Sus planteamientos están profundamente influidos por los postulados de Heinrich Cotta (1763-1844), padre de la dasonomía y fundador de la Academia de Tharandt en Sajonia, de que el Estado debería ser propietario y gestor del monte alto.

¹⁰² Véanse el análisis de la cuestión de Vicente Casals Costa y sus referencias a las fuentes primarias. Vicente Casals Costa, “Saber es hacer...”, 428-435.

cuestionada tanto desde fuera como por parte de los ingenieros mismos. No se trataba de una novedad, ya que el monopolio de los ingenieros de caminos sobre las obras públicas había sido objeto de críticas desde su instauración. Desde la prensa, desde la administración provincial y local, desde grupos rivales como los ingenieros industriales, los arquitectos y otros profesionales liberales, se denunció esta situación como un *privilegio*. Las quejas apuntaban, entre otras cosas, hacia el choque de las atribuciones, hacia los obstáculos a la libre competencia y a la rigidez de tal sistema. Sin embargo, en los años 1860 incluso los ingenieros de caminos y de minas llegaron a cuestionar con fuerza el modelo vigente en el que ocupaban una posición destacada. Algunos de los que adoptaron el pensamiento político-económico librecambista llegaron a afirmar que el monopolio del Estado había cumplido su papel de impulsar el fomento en España, pero que su perpetuación resultaría perjudicial por asfixiar la iniciativa privada y municipal, las más capacitadas para llevar a cabo proyectos útiles y rentables.¹⁰³ El modelo de referencia para estos críticos del sistema existente sería el *inglés* que se percibía como basado en la descentralización, en la libertad de actuación dentro de la propiedad privada y en la iniciativa del autogobierno municipal. En cuanto a su propio papel como ingenieros del Estado, estos empleados públicos defendían su permanencia como constructores y gestores en un período de transición, con la posibilidad de seguir existiendo como cuerpos de funcionarios encargados de la supervisión e inspección en un sistema liberalizado. Frente a ello, los ingenieros industriales denunciaron la exclusividad de los cuerpos y ponían en duda los beneficios de su existencia. En cualquier caso, los ingenieros librecambistas estaban convencidos de que la liberalización del sector traería consigo un desarrollo espectacular de la iniciativa constructora, que incluso ampliaría sus posibilidades laborales. Por otra parte, había una argumentación alternativa, el camino de la regulación de la profesión, desarrollada tanto por los ingenieros industriales como por algunos ingenieros del Estado, que permitía exigir la descentralización y la liberalización y a la vez defender las demandas de exclusividad por parte de los ingenieros. El conflicto entre el exclusivismo de los ingenieros por una parte, y su alabanza de la libertad de la actividad privada por otra, se resolvía por el argumento de la formación científica. Según los ingenieros de caminos, por ejemplo, no era su posición privilegiada de funcionarios del Estado lo que les daba el derecho a reclamar todo el trabajo cualificado en las obras públicas, sino su proceder desinteresado basado en sus conocimientos en ciencias y tecnología, por lo que

¹⁰³ Esta actitud crítica hacia el protagonismo del Estado culmina en la *Revista de Obras Públicas* con la alabanza de las nuevas bases generales para las obras públicas adoptadas en los primeros meses del Sexenio democrático: “Bases generales para la nueva legislación de obras públicas”, *Revista de Obras Públicas*, 23 (1868), 269-271. Sobre el pensamiento económico de los ingenieros de caminos, véanse también José Luis Ramos Gorostiza y Tomás Martínez Vara, “Las ideas económicas de los ingenieros de caminos: la Revista de Obras Públicas (1853-1936)”, *Investigaciones de Historia Económica*, 11 (2008), 9-38. Para el liberalismo radical en la *Revista Minera*, véanse Gérard Chastagneret, “Un ejemplo de revista científica: la Revista Minera desde 1850 a 1914” en Manuel Tuñón de Lara, Antonio Elorza y Manuel Pérez Ledesma (eds.), *Prensa y sociedad en España (1820-1936)*, Edicusa, Madrid, 1975, 223-239.

deberían mantener su posición incluso en un sistema liberalizado.¹⁰⁴

El proyecto de descentralización y de liberalización, defendido por los ingenieros librecambistas, fue parcialmente realizado durante el Sexenio democrático (1868-1874), bajo la supervisión -entre otros- de los ingenieros de caminos José Echegaray, como director de Obras Públicas y luego ministro de Fomento y de Hacienda, y Gabriel Rodríguez, como subsecretario de Hacienda. La sublevación se nutría de un ideario complejo, habiendo un mosaico de motivaciones por parte de los diversos actores sociales. Entre los miembros del Gobierno Provisional surgido de la revolución tenía un peso significativo la escuela economista que desarrollaba las ideas del liberalismo smithiano -la fe en el que el mercado libre y la iniciativa privada son el modo económico *natural* que mejor garantiza el bienestar material y social. Algunos miembros del Gobierno Provisional y de la nueva Administración habían participado en asociaciones cuyo objetivo era promover las ideas librecambistas, extrapoladas desde el ámbito económico a toda la sociedad. Profesaban el liberalismo radical, siendo partidarios de la iniciativa privada como base de la economía y de la eliminación de medidas proteccionistas, pero también de la libertad religiosa y la libertad de enseñanza. La idea de que la libertad es no sólo condición, sino incluso garantía del desarrollo en la política y en la economía, se presentaba como una verdad científica. A su vez, los nuevos gobernantes compartían la admiración por una versión idealizada del modelo económico y administrativo inglés, basado en la actividad de los particulares y de los municipios. Dentro de este contexto era de esperar que las reformas emprendidas por el Gobierno Provisional estuvieran marcadas por el pensamiento económico-político de la escuela economista.¹⁰⁵ El ideario de los nuevos gobernantes destacaba además por sus rasgos democráticos que se plasmaban en la confianza no sólo en la creatividad de los ciudadanos, sino también en el criterio de la opinión pública:

“Un criterio práctico...de la opinión pública...Este es el criterio supremo a que obedece nuestra grande y gloriosa revolución; grande y gloriosa por la pureza de las ideas y de las libertades que proclama, y no menos por el profundo sentido práctico que posee, y merced al cual distingue lo remoto de lo próximo, lo que vaga en el porvenir de lo que puede hoy mismo, y ya para siempre, encarnar en la inmediata y palpable realidad....
...tratándose de intereses materiales...los pueblos son los verdaderos conocedores y los verdaderos jueces.”¹⁰⁶

Efectivamente, la nueva legislación, en concreto el decreto-ley de Obras Públicas del 14 de

¹⁰⁴ Esta cuestión está en el fondo de la polémica entre la *Revista de Obras Públicas* y la *Gaceta industrial*. “Noticias varias”, *Revista de Obras Públicas*, 23 (1868), 278-279 (en referencia al artículo publicado en la *Gaceta industrial* del 10 de noviembre de 1868).

¹⁰⁵ Rocío Román Collado, *La escuela economista española*, Universidad de Sevilla/Universidad de Cádiz, Cádiz/Sevilla, 2003, 229-256; José Luis Ollero Vallés, *El progresismo como proyecto político en el reinado de Isabel II*, Praxedes Mateo-Sagasta, 1854-68, Instituto de Estudios Riojanos, Logroño, 1999; Raymond Carr, *España 1808-1939*, Ariel, Barcelona, 1982.

¹⁰⁶ Preámbulo escrito por José Echegaray del decreto-ley del 14 de noviembre de 1868, publicado en Pablo Alzola y Minondo, *Historia de la obras públicas...*, 364-368. El decreto-ley está reproducido en Marcelo Martínez Alcubilla, *Diccionario de la Administración española*, vol. 7, 696-698.

noviembre de 1868 y el decreto-ley del 29 de diciembre de 1868 que sentaba las bases para la nueva legislación minera, supusieron un giro revolucionario.¹⁰⁷ Se trataba de un programa de cambio radical, lo que queda evidente incluso en el tono de manifiesto en el que están escritos los preámbulos de ambos.

“El monopolio del Estado en punto a obras públicas era un mal: ya no existe.
El Estado constructor era contrario a los sanos principios económicos: ya no construye.
El Estado dedicando sus capitales a obras públicas es todavía un sistema vicioso, y desaparecerá.
La asociación libremente constituida y de tal modo organizada que los asociados posean, aun dentro de ella misma, la mayor libertad posible, es la forma perfecta por excelencia, y a ella pertenece el porvenir.”

108

Con el decreto-ley de Obras públicas se liberalizó de golpe la construcción de éstas. No hacía falta ningún permiso de la Administración para construirlas, el Estado se limitaría a actuar como un árbitro. No sólo se abolía el monopolio del Estado, sino que el Estado renunciaba a la construcción de las obras, salvo en casos excepcionales:

“...el Estado seguirá construyendo obras, mientras la opinión pública lo exija, pero sólo en un caso: cuando una necesidad imperiosa, general, plenamente demostrada lo justifique, y la industria privada no pueda acometer tal empresa; y por si este caso llega, se establecen reglas como garantía contra la arbitrariedad. En oposición a estas restricciones en que al Estado se encierra, la industria privada, la acción libre del individuo, hallarán todas las facilidades compatibles con sagrados derechos que la Administración no puede en modo alguno sufrir que se atropellen.
Cuando una persona, una Sociedad o una empresa, se proponga construir cualquiera obra de las que se comprenden bajo la denominación de públicas, y no pida al Estado auxilio alguno, ni invoque el derecho de expropiación...el Estado no debe intervenir en ella...Toda petición es innecesaria en este caso, toda concesión improcedente, porque el particular o la Compañía usan de un derecho sagrado, y hacerlo respetar, y cuando más impedir por reglamentos de policía que dañe otros derechos.”

El decreto sobre las bases de la legislación minera y la legislación promulgada en 1869 siguieron pautas parecidas: “En resumen, facilidad para conceder, seguridad en la posesión, deslinde claro y preciso entre el suelo y el subsuelo, son los tres principios en los que se funda este decreto”.¹⁰⁹ Como afirma Jordi Nadal, estas normas legales “desamortizaron el subsuelo” y profundizaron en la apertura a la inversión y gestión privada, renunciando el Estado en principio a la explotación directa de los establecimientos mineros y estableciéndose concesiones a la perpetuidad.¹¹⁰

Otro principio importante de la Gloriosa, plasmado en la normativa legal, era la descentralización. El Estado se desentendió de las obras, contando con que los organismos privados y, sobre todo, los municipios y provincias se harían cargo de ellas. Para tal fin, la ley establecía que los municipios y las provincias podían actuar como personas jurídicas. Para prevenir las prácticas

¹⁰⁷ “Bases generales para la nueva legislación de minas (29 de diciembre de 1868)” en Marcelo Martínez Alcubilla, *Diccionario de la Administración española*, vol. 7, 298-304. Incluye el preámbulo de Ruiz Zorilla.

¹⁰⁸ Preámbulo escrito por José Echegaray del decreto-ley del 14 de noviembre de 1868, publicado en Pablo Alzola y Minondo, *Historia de las obras públicas...*, 364-368.

¹⁰⁹ “Bases generales para la nueva legislación de minas” en Marcelo Martínez Alcubilla, *Diccionario de la Administración española*, vol. 7, 301.

¹¹⁰ Expresión de Jordi Nadal. Su análisis en Jordi Nadal, *El fracaso de la Revolución industrial en España (1814-1913)*, Ariel, Barcelona, 1975, 90-93.

corruptas, quedaron eliminadas *de iure* las subvenciones, relacionadas con numerosos escándalos e irregularidades.

Los preámbulos de ambas leyes mencionadas constituyen una declaración de principios y merece la pena detenerse en su análisis. Es un discurso radicalmente liberal, basado en la convicción de que eliminando los obstáculos legales, la libre iniciativa de los particulares potenciaría el progreso y el bienestar del pueblo en todos los ámbitos.

“Por importantes que sean las obras públicas, y grandes los intereses que representan, no constituyen una excepción a las leyes económicas del trabajo humano; progresan con la libertad, se paralizan con los sistemas restrictivos, y en la industria privada y en la asociación libre estriban su porvenir y su engrandecimiento.”¹¹¹

“No se oculta al ministerio que suscribe que tal vez esta solución radical despierte alarmas en espíritus apocados y sin fe en los grandes principios modernos; pero después de meditarlo concienzudamente, después de consultar la experiencia y de ver los resultados que la reglamentación ha producido en España, y los que la libre acción de la industria privada da en otras naciones, opta sin titubear un punto por la libertad en minería como germen de progreso y prenda de justicia.”¹¹²

El preámbulo del decreto-ley de Obras públicas pretendía trazar un camino para alcanzar el estado ideal en el que la sociedad se dirigiría por las leyes económicas *naturales*, liberados los particulares de todos los obstáculos indeseables que se fueron acumulando a lo largo de los siglos de la *tiranía*. El preámbulo del decreto-ley de Minas postulaba que introducir el principio de la libertad no solamente resultaría útil al fomentar el progreso, sino que además sería de *justicia*. La interpretación histórica ofrecida por Echegaray se correspondía con el discurso de progreso de su época.¹¹³ El director identificaba tres fases en la historia de las obras públicas en la *Europa moderna*.¹¹⁴ En la primera, el Estado tiene el monopolio sobre las obras públicas, al igual que existe en este tipo de sociedad el monopolio sobre el culto y la enseñanza. Después de esta “realidad opresiva y absorbente” viene una fase transitoria, identificada con el período en el que se encontraba el sector en España en esa época. Al final, la sociedad alcanza la cumbre, su estado *natural*, donde la actividad constructora es plenamente libre y el espíritu emprendedor de cada ser humano puede plasmarse en hechos, llevando al país a un desarrollo que nunca pudiera experimentar bajo cualquier otro tipo de configuración económico-política.

Por lo tanto, a pesar de proferir declaraciones de principios en el sentido radicalmente liberal, la legislación concreta y, sobre todo, su aplicación en los siguientes años, no supusieron una

¹¹¹ Preámbulo escrito por José Echegaray del decreto-ley del 14 de noviembre de 1868, publicado en Pablo Alzola y Minondo, *Historia de la obras públicas...*, 364-368.

¹¹² “Bases generales para la nueva legislación de minas” en Marcelo Martínez Alcubilla, *Diccionario de la Administración...*, 299.

¹¹³ Es posible observar cierto paralelismo con Marx y otros pensadores de la época en el sentido de que estos autores compartían el paradigma del progreso gradual, detectando fases (tres en el caso de Echegaray) prácticamente inevitables del desarrollo hacia un sistema ideal.

¹¹⁴ Preámbulo escrito por José Echegaray del decreto-ley del 14 de noviembre de 1868, publicado en Pablo Alzola y Minondo, *Historia de la obras públicas...*, 364-368.

retirada total del Estado. Los autores de las leyes mencionadas pretendían emprender la transformación desde el monopolio hacia la libertad plena, pasando por un período transitorio en el que el Estado siguiera participando en las obras públicas, aunque fuera de forma reducida.

“Esta transición, en el concepto de algunos pensadores, podrá abreviarse; pero fuera empeño vano y aun temerario suprimirla, porque según ellos en las naciones, como en la naturaleza, no hay saltos bruscos, no hay nunca faltas de continuidad.”

“Y como entre dos direcciones distintas, a menos de choque y ruina, hay una curva de unión más o menos amplia, y entre dos puntos de una línea, a menos de rotura, otros intermedios, así también entre dos sistemas opuestos hay una época de transición, en la cual se aprovecha para el nuevo régimen, y hacia el que, sin bruscas sacudidas, se dirige toda la fuerza viva del período precedente, todas sus conquistas, todo aquello, en fin, que a pesar del monopolio se realizó y merezca conservarse.”¹¹⁵

Echegaray establecía un paralelismo entre la nación y la naturaleza, presentando un modelo orgánico de la nación mantenida en movimiento hacia delante por sus *fuerzas vivas*. Se puede apreciar una confluencia del discurso nacionalista que predica la nación como la comunidad *natural* por excelencia y el discurso de progreso que establece fases evolutivas para los fenómenos tanto naturales como sociales. Las metáforas del campo de las matemáticas y de la física formaban parte del cientifismo de los librecambistas españoles de los años sesenta, que a su vez pertenecía al bagaje intelectual de los ingenieros alrededor de la *Revista de Obras Públicas* y de la *Revista Minera*. En todo caso, se trata de un discurso sumamente moderno, según una de las definiciones de la modernidad ofrecidas por R. Koselleck. Un discurso que operaba con conceptos cargados de expectativas, que contenían el proyecto de un futuro mejor, al establecer que existía una forma ideal de organización de la actividad humana en el campo de las obras públicas, una forma alcanzable en el porvenir.¹¹⁶

La actividad reformista del Sexenio abarcó un sinnúmero de ámbitos, en los que se repitieron unas pautas parecidas. Las nuevas medidas se desarrollaron en un ambiente sumamente conflictivo. En primer lugar, los gobiernos salidos de la revolución tuvieron que afrontar el dilema que consistía en incentivar distintos proyectos mientras existía la necesidad -y el compromiso explícito- de reducir el gasto público. Además, los constantes cambios políticos contribuyeron a una falta de continuidad legal e institucional que dificultaba o directamente truncaba la aplicación de la normativa.¹¹⁷ En otras ocasiones, la resistencia de distintos sectores con capacidad de presión obligaba a retractarse o a suavizar las medidas adoptadas. Dicho esto, las reformas que liberalizaron el sector de las obras públicas, abriéndolo a la iniciativa privada y descentralizando las competencias, tuvieron un impacto desigual. Hay testimonios recurrentes sobre sus consecuencias

¹¹⁵ *Ibidem*.

¹¹⁶ Reinhart Koselleck, *Futuro pasado. Para una semántica de los tiempos históricos*, Paidós, Barcelona, 1993.

¹¹⁷ La propuesta de cambio radical en la ley analizada no fue desarrollada en una normativa detallada, lo que complicaba su aplicación y fomentaba el caos. Las subvenciones quedaron abolidas, pero frente a la falta de recursos por parte de las empresas y de los municipios, el Estado se vio obligado a reintroducirlas *de facto*. Además, como *de iure* no existían, fueron otorgadas sin los mecanismos de control que previamente habían funcionado.

negativas en la construcción y mantenimiento de las carreteras debido al alto coste y bajos beneficios de este tipo de obras, y también en cuanto a los efectos mixtos en los ferrocarriles. Junto a ello, resulta clave destacar las posibilidades que abrió el dotar de personalidad jurídica a los municipios y ensanchar el campo para la iniciativa privada. Estos pasos contribuyeron a medio plazo al florecimiento de la construcción de puertos, ferrocarriles de corto recorrido y otro tipo de obras locales. Aunque los ingenieros, sobre todo los del Estado, renegaron del librecambismo durante la Restauración y la Dirección general de obras públicas restableció su control en varios ámbitos abandonados durante el Sexenio, numerosas medidas introducidas durante el Sexenio se mantuvieron vigentes y contribuyeron a un mayor dinamismo en la construcción de obras públicas, sobre todo en las zonas ricas del país.¹¹⁸ También el sector minero iba a experimentar un desarrollo sin precedentes en las décadas siguientes, debido sobre todo a la entrada masiva de capital extranjero.¹¹⁹

En cuanto a las ingenierías, hay que destacar que durante los años del Sexenio democrático hubo un afán de dar un nuevo impulso a su organización, de renovar las enseñanzas en las escuelas de ingeniería civiles y militares y de incrementar el protagonismo de los ingenieros en la Administración (véase los ejemplos de la Dirección general de estadística o de la Junta superior de Agricultura, Industrial y Comercio, ambas creadas en 1869). La fundación del Instituto Geográfico amplió el campo de acción de los ingenieros, ya que la dirección técnica de sus trabajos correspondía a los cuerpos de ingenieros civiles y militares. Era un organismo concebido, según apunta Antonio Reguera, como “científico” y encargado de trabajos geográficos y meteorológicos. Entre ellos figuraron aquellos relacionados con la formación del Catastro y con el levantamiento del Mapa topográfico nacional, además de otros que supondrían la participación española en proyectos científicos internacionales, como era “la determinación de la forma y de la medida de la tierra”. En las décadas siguientes se incorporarían a esta institución también los ingenieros agrónomos e industriales, culminando el proceso de la institucionalización con la fundación de un cuerpo de ingenieros especializado, el de los geógrafos, el 9 de abril de 1900.¹²⁰

Por otra parte, en el contexto de las reformas radicales y de un cambio político constante, se generó una sensación de inseguridad en cuanto a la permanencia de las carreras del Estado, fomentada por la decisión de reducir las plantillas de los cuerpos de caminos, de minas y de montes

¹¹⁸ Esta valoración que atribuye algunos de los éxitos posteriores a los cambios introducidos durante el Sexenio, se debe también al hecho de que uno de los cambios básicos, el que “los particulares y las compañías pudieran ejecutar libremente...cualquier obra que no ocupe ni afecte el dominio público o del Estado ni exija la expropiación forzosa”, se mantuvo vigente, como apunta Esperanza Frax, en la Ley de bases de 1876. Esperanza Frax Rosales, “Las leyes de bases de obras públicas en el siglo XIX”, *Revista de estudios políticos*, 93 (1996), 526. En cuanto al ferrocarril, para el impulso a la construcción de las líneas secundarias, que se manifestó con cierto retraso, véanse Antonio Gómez Mendoza *Ferrocarril, industria y mercado en la modernización*, Espasa Calpe, Madrid, 1989, 54-57. También Pablo Alzola y Minondo, *Historia de obras públicas...*, 383-404.

¹¹⁹ Gérard Chastagneret, *L'Espagne, puissance minière...*, 395-745.

¹²⁰ Antonio T. Reguera Rodríguez, *Geografía de Estado...*, 301-302 y 345

en 1871, lo que contribuyó al descenso de los alumnos en las escuelas especiales.¹²¹ Además, algunas instituciones (la Escuela de caminos, la redacción de la *Revista de Obras Públicas*) se vieron abandonadas por sus miembros más destacados, al asumir éstos cargos políticos y, más adelante, al abandonar definitivamente el servicio al Estado por razones políticas y personales. Por otra parte, la legislación abrió las puertas a los ingenieros militares para trabajar en la administración local, a pesar de la resistencia que iban a oponer los ingenieros-funcionarios civiles a este tipo de expansión de la actividad profesional.¹²² Asimismo el impulso dado a medio plazo a la iniciativa privada contribuyó a crear nuevas oportunidades de trabajo para los ingenieros industriales.

La actividad reformista no solamente consistió en un movimiento desde arriba hacia abajo, desde las decisiones gubernamentales hacia los ingenieros-receptores de las nuevas políticas. Las revistas de ingenieros o aquellas en las que éstos participaban, constituyeron una plataforma para el debate sobre las reformas, aplaudiendo algunas, criticando otras, denunciando el incumplimiento de la normativa y defendiendo los intereses corporativo-profesionales. Mientras, la prensa más cercana a los ingenieros industriales, como *La Gaceta Industrial*, denunciaba el hecho de que se mantuvieran los cuerpos del Estado como una aberración ajena a la lógica liberalizadora y descentralizadora de las reformas, una lógica que compartían. Los grupos cercanos a la *Revista de Obras Públicas*, la *Revista Minera* y la *Revista forestal, económica y agrícola* apoyaron con entusiasmo las reformas liberales en los respectivos ramos, y criticaron su deficiente puesta en práctica. Al aparecer las primeras consecuencias negativas de la política radical en el campo de obras públicas, los redactores de la *Revista de Obras Públicas* denunciaron la incoherencia entre el discurso liberal radical y los pasos concretos del gobierno (véase por ejemplo la crítica del plan de ferrocarriles con la denuncia de las subvenciones adjudicadas arbitrariamente). No obstante, la crisis de pensamiento se mostró más profunda, pues frente al declive de algunas obras, sobre todo las de carreteras, apareció también la crítica del abstencionismo estatal en el ramo – lo que demuestra una seria reevaluación de las ideas librecambistas y la revaloración del papel de Estado.¹²³ La mayoría

¹²¹ Hay un debate sobre el caso de la Escuela Central de Agricultura. Por una parte el ingeniero agrónomo Enrique Sánchez Bonisana planteó en 1888 la trayectoria de la escuela durante el Sexenio como un caso de inconstancia política (primero se decidió el cierre de la Escuela, para que luego el gobierno rectificara bajo la presión de la opinión pública, la reabriera y reformara el centro –denominado entonces la Escuela General de Agricultura– trasladándolo a Madrid y dotándolo de mayor presupuesto, lo que supuso un importante incremento en el alumnado) y algunos autores aceptan su hipótesis. Por otra parte, Jordi Cartaña i Pinén argumenta que al cerrarse la escuela, la apertura de un nuevo centro reformado ya estaba prevista, ya que solamente pasaron 15 días entre el cierre de una y el anuncio de la apertura de la otra escuela. Enrique Sánchez Bonisana, “Enseñanza agrícola”, en M. López Martínez (ed.), *Diccionario enciclopédico de Agricultura*, J.Cuesta, Madrid, 1888, 705, citado y analizado en Jordi Cartaña i Pinén, “Ingeniería agronómica y modernización agrícola”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e Ingeniería en España*, vol. 5, *El ochocientos...*, 471.

¹²² José Ignacio Muro Morales, “Ingenieros militares: la formación y la práctica profesional de unos oficiales facultativos”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en España*, vol. 4, *El ochocientos. Pensamiento...*, 627.

¹²³ Artículos críticos con la política oficial aparecían con frecuencia a partir del año 1871. “Reducción del Cuerpo por

de los ingenieros de montes, por otra parte, siempre mantuvieron una actitud de sospecha hacia las lógicas librecambistas, inaplicables -según su convicción- a las zonas forestales, por lo que el cuerpo de montes fue visto como un obstáculo a destruir por algunos diputados. Incluso aquellos ingenieros de montes que se mostraron entusiastas en el 1868, acabaron por declarar el carácter conservador de las “doctrinas técnicas” forestales, denunciando las “revueltas políticas” y la “agitación social” como principal obstáculo para “el tranquilo estudio de una ciencia que tiende principalmente a garantizar los intereses del porvenir”.¹²⁴ En general, la voz de los ingenieros se hacía oír en la Administración y en la palestra pública, moldeando las decisiones políticas en distintos ramos, impulsando unas medidas y haciendo a los cargos políticos retractarse de otras.

4. Orden y Regeneración: los ingenieros de la Restauración

El retorno de los Borbones no supuso una *restauración* total y completa del estado previo al Sexenio. Como afirma Costas, “...en 1874, Cánovas y la monarquía alfonsina aceptarán el legado del cambio económico y político que el Sexenio introdujo, y buscarán consolidarlo mediante la incorporación de los progresistas al sistema político de la Restauración...”.¹²⁵ En general, los gobiernos de la Restauración -tanto los conservadores como los liberales- no pretendían eliminar del todo las reformas económicas introducidas durante el Sexenio democrático, sino modificarlas para reforzar el control parlamentario y el papel del Estado sin perjudicar a la iniciativa privada.¹²⁶ Mantuvieron la libertad de industria y comercio, como también la personalidad jurídica de los municipios, aunque por otra parte se volvió a fortalecer la organización administrativa jerárquica y el poder central. Varias medidas heredadas del Sexenio, como el famoso arancel de Figuerola, que incluía la subida de los ingresos de aduana, tuvieron efectos positivos en los años ochenta.

el Real Decreto de 12 de agosto de 1871”, *Revista de Obras Públicas*, 16 (1871), 185-186; “Nobles obligados”, *Revista de Obras Públicas*, 16 (1871), 186-193. Una crítica radical de las reformas en el campo de Obras Públicas realizadas los primeros años del Sexenio reza: “No ha mucho tiempo, en los críticos y angustiosos momentos de una reforma inconcebible por lo injustificada y por lo absurda...” en “Parte oficial”, *Revista de Obras Públicas*, 2 (1872), 13-14. En el año 1874, la Revista publica una serie de artículos de su redactor Yagüe; se trata de una crítica sistemática de las reformas del Sexenio. La crítica de la normativa adoptada durante los años del Sexenio en lo relacionado con el cuerpo y la Escuela de caminos aparecen también en el número extraordinario de 1899: Vicente de Garcini, “Reseña histórica de la Escuela de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario (1899).

¹²⁴ Para el análisis del cambio de postura de la *Revista forestal*, véanse Vicente Casals Costa, *Los ingenieros de montes en la España contemporánea, 1848-1936*, Ediciones del Serbal, Barcelona, 1996, 266.

¹²⁵ Que la Restauración aceptó el legado del Sexenio y el papel innovador de los progresistas dentro del nuevo sistema político, lo expresaría de forma clara Cánovas a su vuelta al poder después del primer ‘gobierno largo’ presidido por Sagasta durante la monarquía alfonsina: “venimos a consolidar las conquistas hechas por el partido que acaba de caer. Respetaremos todas sus leyes y las aplicaremos con lealtad (...) Lo único que de él nos diferencia es que los liberales creían que podría seguirse avanzando y nosotros entendemos que ha llegado la hora de reposo para el país y que se impone necesariamente un período de consolidación y de afirmación de los adelantos hechos” Citado en Antón Costas Comesaña, “Los progresistas como motor del cambio económico”, en AA.VV., *Sagasta y el liberalismo español*. Fundación BBVA, Madrid, 2000, 134-135.

¹²⁶ Ciertas reformas del Sexenio fueron abolidas para ser reintroducidas en unos años, por ejemplo los portazgos fueron restablecidos en 1877, para ser abolidos de nuevo en 1882. Sobre la continuidad y discontinuidad de la política económica española en la Restauración: José María Serrano Sanz, *El viraje proteccionista en la Restauración. La política comercial española, 1875-1895*, Siglo XXI, Madrid, 1987.

Sin abandonar los principios básicos del liberalismo decimonónico español, sí se produjo en la acción gubernamental un distanciamiento de los predicamentos del liberalismo “científico”, como podían ser el principio de *laissez-faire* o la fe en la capacidad de la iniciativa privada para superar el atraso frente a los países “más aventajados”. Los gobiernos de ambos signos adoptaron una actitud a la vez “pragmática” y activa hacia la intervención política en la economía. Ésta se basaba en el nacionalismo económico entendido como la voluntad de fomentar la producción nacional, teniendo en cuenta la situación de la producción, no el origen del propietario y/o del capital. Para favorecer tal producción, el Estado asumía un papel activo, regulando la entrada y la salida de los productos a través de los aranceles (a finales del siglo XIX y a principios del XX, esta regulación se caracterizaría por una actitud predominantemente proteccionista). Por otra parte, hay que tener en cuenta que distintos grupos de presión -industriales y agrícolas- compitieron por definir las prioridades de la acción gubernamental, y -dada la naturaleza oligárquica del régimen-, sólo unos pocos tuvieron la posibilidad de defender eficazmente lo que consideraban sus intereses.¹²⁷

En el campo de acción de las ingenierías del Estado se conservaron algunas de las reformas liberalizadoras del Sexenio, mientras que el Estado volvió a imponer su mando en otros ámbitos. Las primeras Cortes de Alfonso XII aprobaron la ley de 29 de diciembre de 1876, que restableció la dependencia de las obras públicas del Estado (en los niveles central, provincial y municipal), creando una pirámide jerárquica de competencias. El gobierno impuso el control central dentro de un sistema jerarquizado: el gobierno sometía los planes a las Cortes, las diputaciones al Ministerio de Fomento y los ayuntamientos a los gobiernos de provincia. El 13 de abril de 1877 se adoptó la nueva Ley de obras públicas seguida por toda una serie de medidas legales que regulaban el sector. Los municipios y las provincias permanecieron como personas jurídicas, tal como se estableció en la ley de Echegaray, lo que hasta cierto punto conservaba la descentralización previa, al igual que la pervivencia de las juntas de obras de puertos, cuya creación fue una de las medidas más exitosas del Sexenio en el ramo. Sin embargo, mientras las provincias y los municipios podían construir y explotar, no eran propietarios de las obras públicas. Si bien es cierto que el gobierno promovía medidas centralizadoras en algunos aspectos, España destacaba por tener más autonomía regional que otros países de Europa con un modelo parecido de organización de las obras públicas.¹²⁸

En el sector de las minas se confirmó la retirada del Estado de todos los establecimientos excepto Almadén y la estabilidad política fomentó además la entrada masiva de capital extranjero,

¹²⁷ Juan Pan-Montojo, “El atraso económico y la regeneración”, en Juan Pan-Montojo (ed.), *Más se perdió en Cuba. España, 1898 y la crisis de fin de siglo*, Alianza Editorial, Madrid, 2006, 267-340; Juan Muñoz, Santiago Roldán y Ángel Serrano (eds.), “La vía nacionalista del capitalismo español”, *Cuadernos económicos de ICE*, 5 (1978).

¹²⁸ El análisis de la Ley de obras públicas del 13 de agosto de 1877 en Pablo Alzola y Minondo, *Historia de la obras públicas...*, 394-395. Los cambios y las permanencias en cuanto a las Bases generales de obras públicas del año 1868 por una parte y las del año 1876 por otra, están analizados en Esperanza Frax Rosales, “Las leyes de bases de obras...”, 524-528.

lo que por una parte hizo de España una potencia minera, exportadora de numerosas materias primas, aunque desde otro punto de vista se podría destacar que esta nueva bonanza tuvo efectos limitados para la economía del país, ya que una gran parte de los beneficios salía al extranjero.¹²⁹ Además, al exportarse las materias obtenidas sin procesar, el impulso para la industria nacional fue débil, excepto en zonas en las que logró consolidarse el sector secundario vinculado con la transformación de la materia prima, como fue Vizcaya con su pujante industria siderúrgica.¹³⁰

En el ámbito agrario, el año 1876 supuso el comienzo de una actividad frenética, fomentada tanto desde el Gobierno como por los grandes terratenientes. Juan Pan-Montojo interpreta este renovado interés por la agricultura -plasmado en un gran número de disposiciones en tres áreas principales: la difusión técnica, la enseñanza y la lucha contra las plagas- dentro del giro conservador, caracterizado por la recuperación del espacio político por la gran propiedad. Destaca el hecho de que parecidas políticas “de arriba hacia abajo” en la agricultura acompañaron en aquellos años también la instauración de la Tercera República en Francia y la creación de un imperio alemán unificado.¹³¹ Las reformas institucionales no significaron, por otra parte, solamente la reafirmación de las posiciones de los grandes terratenientes, sino que profundizaron en la lógica de la construcción del Estado liberal, confirmando la posición de los funcionarios-facultativos alcanzada en el Sexenio y reforzándola. La ingeniería forestal vio también fortalecido su papel, gracias ante todo a la Ley de repoblación, fomento y mejora de los montes públicos, y la constitución en las siguientes décadas de las comisiones de ingenieros para la repoblación de las cuencas de ríos y, más adelante, del servicio hidrológico-forestal. El renovado interés del Estado y de los intelectuales por la política hidrológica, que en cierto sentido retomaba los debates de la segunda mitad del Setecientos, se inscribía en la preocupación por las condiciones naturales del territorio español y por el papel negativo que pudieran desempeñar como factor de *atraso*, en el desarrollo de la agricultura y de las industrias (el llamado *pesimismo geográfico*).¹³² Existían opiniones que instaban a la Administración a actuar no solamente a través de la construcción de las obras públicas (canales, pantanos), sino también a transformar la naturaleza para resolver problemas como las inundaciones o el deterioro de las tierras de uso agrícola, como podían ser precisamente

¹²⁹ Existe un gran debate entre los historiadores económicos sobre los efectos de la apertura al capital extranjero, como también sobre la valoración general de la economía española durante el siglo XIX. Para una interpretación “pesimista” en cuanto a la segunda cuestión, véanse Jordi Nadal, *El fracaso de la revolución industrial en España, 1814-1913*, Ariel, Barcelona, 1975. Para una interpretación “optimista”, véanse David R. Ringrose, *España, 1700-1900: El mito del fracaso*, Alianza Editorial, Madrid, 1996.

¹³⁰ Antonio Escudero, *Minería e industrialización de Vizcaya*, Crítica/Universidad de Alicante, Alicante, 1998.

¹³¹ Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología...*, 98.

¹³² Ricardo Macías Picavea, *El problema nacional. Hechos, causas, remedios*, Madrid, 1899; Lucas Mallada (ingeniero de minas), *Causas físicas y naturales de la pobreza de nuestro suelo*, 1882 y *Los males de la patria y la futura revolución española*, 1890; Joaquín Costa, *Política hidráulica. Misión social de los riegos en España*, Madrid, 1911. Sobre el tema, véanse Nicolás Ortega Cantero, “La política hidráulica española hasta 1936”, en Ramón Garrabou y José Manuel Naredo (eds.), *El agua en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*, Visor, Madrid, 1999, 159-180.

las políticas de recuperación de la cubierta forestal.¹³³ La actividad de los ingenieros de montes en este campo les enfrentó en numerosas ocasiones con los intereses agrarios en general, y con sus compañeros agrónomos en concreto, produciéndose una pugna por definir los objetivos de las políticas del Estado y también en cuanto al poder de decidir cuáles eran las mejores maneras de conseguirlos.

En general, las primeras dos décadas de la Restauración supusieron una consolidación definitiva de los cuerpos del Estado. Según mi opinión, las medidas que reforzaron los cuerpos del Estado, adoptadas en la Restauración, manifiestan el afán por parte de la clase política de la época de incorporar a los facultativos -que en las décadas pasadas habían destacado por una actividad pública crítica y vigilante hacia el poder político- en su proyecto de reformismo cauteloso dirigido por las *fuerzas vivas del país*, es decir por las oligarquías centrales y locales. En concreto, el cuerpo de montes recibió un decisivo impulso en los primeros años de la Restauración, mientras los ingenieros agrónomos vieron satisfecha su aspiración de consolidarse en un cuerpo en 1879, al crearse el Servicio Agronómico. En cuanto al cuerpo de caminos, recuperó su exclusividad para la dirección de las obras públicas del Estado.¹³⁴ Asimismo destaca la continuidad con el Sexenio en el afán de estandarización de la función técnica, que se reflejó en la unificación gradual de la normativa que regía cada cuerpo de ingenieros, siendo los cuerpos de caminos y de minas los modelos a seguir.¹³⁵ No está de más constatar que los cuerpos de ingenieros y los organismos dominados por ellos como podía ser el Instituto geográfico o la Dirección de estadística, lograron consolidar su legitimidad proyectando una imagen del proceder suprapolítico, basado en la ciencia, y fueron apreciados por su funcionamiento considerado como alejado de los vaivenes políticos en un contexto en el que la política arrastraba gran desprestigio y parecía identificarse con la utilización de las instituciones para la promoción de intereses particulares.¹³⁶

¹³³ Josefina Gómez Mendoza, *Ciencia y política de los montes...*

¹³⁴ “La dirección facultativa de las obras que se lleven a cabo por administración, y la vigilancia de las que se hagan por contrata, estarán confiadas al Cuerpo de ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, cuando sean de cargo del Estado; a este mismo Cuerpo o a los ayudantes de Obras públicas cuando sean de cargo de las provincias, y a las personas que designen los Municipios, siempre que posean el título profesional correspondiente que acredite su aptitud, cuando sean de cargo de los Ayuntamientos. Dentro de las condiciones establecidas para cada caso, el nombramiento de estos agentes facultativos se hará libremente por el estado, por la Diputación provincial o por el Ayuntamiento respectivo. Se exceptúan las construcciones civiles ajenas al Cuerpo de ingenieros de caminos, Canales y Puertos, las cuales estarán encomendadas a arquitectos con título profesional, y los caminos vecinales que continuarán a cargo de los directores de los mismos con arreglo a la legislación vigente.” Artículo 1, párrafo 8 de la Ley de 29 de diciembre 1876. “Nuevas bases para la legislación de obras públicas”, en Marcelo Martínez Alcubilla, *Diccionario de la Administración española*, vol.7, 700-702.

¹³⁵ Véanse los distintos reglamentos de los cuerpos y de las escuelas especiales a partir a partir del año 1870.

¹³⁶ Véase por ejemplo Gumersindo de Azcárate, *El régimen parlamentario en la práctica*, Editorial Tecnos, Madrid, 1978, 68-69 y 73. (1era edición 1885) En cuanto a la cuestión de cómo separar la política y la administración: “...el grave mal de entregar la gestión de los negocios administrativos a políticos de oficio, sin competencia técnica, sino que, extremando las consecuencias del error, al frente de cada ramo se pone luego un político de segunda fila, incompetente también; y cómo los cambios son frecuentes, el daño se repite y se hace mayor, porque ni siquiera se da a los neófitos tiempo bastante para aprender por lo menos algo de lo mucho que ignoran. Ahora bien: ¿tiene remedio este mal? A nuestro juicio, uno de estos dos: o hacer una clasificación de los Ministerios, distinguiendo los políticos y los no políticos o administrativos, o crear Direcciones generales casi autónomas, y cuya independencia

Cuadro 2
Plantillas de los cuerpos civiles

	Caminos	Minas	Montes	Agrónomos
1880-81	250	157	175	49
1883-84	260	156	163	54
1885-86	265	156	168	64
1888-89	265	169	178	79
1893-94	265	167	178	80
1895-96	310	167	178	84
1898-99	310	167	169	90
1902	342	199	200	156
1906	358	199	193	159
1908	358	203	184	200
1911	362	221	190	225
1913	362	221	190	234

Fuente: Rebeca Ramírez Arévalo, *El cuerpo de ingenieros...*, 57.

En la misma época, y al tiempo que los cuerpos del Estado volvían a reforzar su posición en la Administración del Estado, apareció un fenómeno nuevo: el ingeniero libre, titulado en una escuela especial vinculada a un cuerpo de funcionarios, que, sin embargo, nunca había pertenecido al cuerpo correspondiente. Fue resultado de la Real Orden de 19 de agosto de 1866, promovida por el marqués de Orovio, el ministro de Fomento del gobierno de Narváez, que preveía la saturación de las plantillas de los cuerpos de caminos, de minas y de montes y establecía que los alumnos que entrasen en las escuelas especiales desde el curso de 1867 no tenían derecho automático ni a pensión, ni a entrar en los respectivos cuerpos. Sólo en el caso de que hubiera vacantes en el escalafón y el cuerpo precisara más ingenieros, les sería ofrecida la incorporación.¹³⁷ Esta situación dio un impulso al debate sobre la regulación de la profesión, promovida desde hacía décadas por los ingenieros de las carreras desvinculadas del Estado, sobre todo por los industriales. Por otra parte, el problema pronto fue resuelto por la integración de aquellos hombres en los cuerpos, abiertos de nuevo, y la Administración siguió absorbiendo la inmensa mayoría de los graduados de las escuelas especiales vinculadas a los cuerpos, por lo que las demandas de regulación formuladas por los ingenieros industriales no se vieron apoyadas por la voz de sus compañeros-funcionarios que habrían podido ejercer -si les hubiese convenido- mayor presión en este sentido.¹³⁸

no tenga otros límites que los precisos para mantener la unidad del poder ejecutivo y hacer efectiva su responsabilidad. (...) La segunda, que nos parece más práctica, y que es quizá la única posible en nuestro país, la abona en España el ejemplo del Instituto Geográfico y Dirección de Estadística, que goza, de hecho, de cierta independencia, y ha continuado su marcha normal en medio de revoluciones y contrarrevoluciones y de innumerables cambios ministeriales.”

¹³⁷ Gabriel Rodríguez, “Los ingenieros libres de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, 3 (1875), 27-31.

¹³⁸ Manuel Silva y Guillermo Lusa, “Cuerpos facultativos del Estado...”, 323-386.

A finales del siglo, el debate se reanudó en un nuevo contexto socio-económico que ofrecía a los hombres con formación teórica y con aspiraciones elitistas nuevas posibilidades fuera de la Administración central. Aunque el último tercio del Ochocientos se caracterizó por un crecimiento del sector industrial más lento que las décadas centrales del siglo y a mediados de los setenta se desencadenó la Gran Depresión vinculada a la caída de precios agrarios en los mercados internacionales, se aprecia una creciente actividad de los municipios y de las provincias en las obras públicas. A ello se suman los proyectos de ensanche y de saneamiento de las ciudades, los cambios estructurales y la innovación técnica que se abrían paso en la industria y en la agricultura y el surgimiento de nuevos focos industriales en la península. Todos estos factores formaban parte del dinámico panorama finisecular.¹³⁹ El atractivo creciente de estos ámbitos atraía, sobre todo a partir de los 1890, a los ingenieros del Estado y a los profesionales de otras especialidades, generando conflictos en los que las partes interesadas apelaban a la mediación del Estado y a su autoridad para otorgar y garantizar lo que algunos entendían como derecho legítimo y otros como privilegio inmerecido.

Por otra parte, a pesar de que la situación económica distaba mucho de ser catastrófica, en los últimos años del siglo pareció evaporarse la fe en el progreso armónico que caracterizaba las décadas anteriores. En los años noventa se generalizó el sentimiento de desencanto, quedando patentes las deficiencias de la industrialización en España, al mismo tiempo que se empezaba a hablar sobre los efectos negativos de la misma para la población urbana. Mientras que algunas voces críticas llamaban la atención sobre el hecho de que el desarrollo industrial no venía acompañado por el prometido progreso moral y social, otros percibían el progreso material como lento e insuficiente y volvieron a abrir el debate sobre las causas del atraso de España en comparación con los países hegemónicos de la época. Empezaron a surgir con fuerza los movimientos sociales de masas, un fenómeno que desconcentraba a las élites subalternas críticas con el régimen de la Restauración y contribuía a su convicción de que algo funcionaba mal en España. La mayoría de los críticos coincidía en cuestionar la legitimidad de la clase política percibida como corrupta e ineficaz.¹⁴⁰ Como solución promovían una *regeneración* profunda de toda la nación, otorgando al Estado un papel activo en este proceso.

A pesar de ser el regeneracionismo en el fondo un discurso moral, los críticos compartieron con las élites gobernantes un enfoque “eclectico” o “utilitario” en cuanto a proponer soluciones. El pensamiento positivista del *fin-de-siècle* se reflejaba en el escepticismo hacia las “formulas mágicas” ofrecidas por doctrinas como el librecambismo, y en la voluntad de defender las soluciones percibidas como pragmáticas, como la introducción flexible y oportuna de las políticas

¹³⁹ Juan Pan-Montojo, “El atraso económico y la regeneración”, 267-340, sobre todo 277 y 280.

¹⁴⁰ Juan Pro Ruiz, “La política en los tiempos del *Desastre*”, en Juan Pan-Montojo (ed.), *Más se perdió en Cuba....*, 157-266.

proteccionistas. Este cambio de actitud no suponía el rechazo a un proceder “científico”, sino la desconfianza hacia la aplicación de la teoría económica frente a la reivindicación de un conocimiento *positivo*, capaz de tener en cuenta la complejidad, de identificar las particularidades de cada nación y de analizar la situación concreta antes de elaborar políticas adecuadas para cada momento.¹⁴¹ La preocupación por reforzar la posición de la nación en la escena internacional podría asimismo interpretarse en clave del nacionalismo ascendente. Este nacionalismo estaba cargado de nociones derivadas del darwinismo social, distanciándose de la visión armónica de “la marcha imparable del progreso”. Ésta fue desplazada por una visión conflictiva y competitiva de dicho progreso y por el enfrentamiento de las naciones en la lucha por la supervivencia y por la dominación, utilizando el discurso de la fuerza, de la virilidad, y rechazando el “idealismo” para defender el despliegue de nuevos medios que pudieran favorecer los intereses nacionales.¹⁴²

Por otra parte, el nacionalismo no excluía una argumentación a favor de la *europización* de España, entendida como un esfuerzo de reforma política, económica y social inspirada en los ejemplos exitosos representados por los países hegemónicos. Alemania y los EE.UU., las potencias económicas emergentes, se convirtieron en nuevos puntos de referencia además de Francia y Gran Bretaña, sobre todo entre los defensores del industrialismo como el camino hacia un progreso rápido del país, aunque seguían siendo las fuentes francesas y, en menor medida, británicas, las que mediaron en el acceso de los españoles a la inspiración germana o norteamericana. El ejemplo de Alemania parecía más cercano y más fácil de seguir que el estadounidense, por el protagonismo directo y fácilmente reconocible del Estado y por tratarse de un régimen autoritario promotor de reformas desde arriba. Por otra parte, los EE.UU. no sólo representaban a un competidor (o directamente enemigo) en el Ultramar, sino que también su modelo de desarrollo industrial se apoyaba en estructuras muy distintas, al menos a primera vista. En el caso concreto de los técnicos, las maneras de definir *expertise* y otorgar legitimidad diferían sustancialmente, aunque en los EE.UU. se iban produciendo cambios en la educación técnica (el llamado *academic drift*) que los acercaban a la Europa continental.¹⁴³

Las élites gobernantes habían abandonado hacía tiempo las recetas librecambistas y no dudaron en acudir a las políticas proteccionistas.¹⁴⁴ Después del *Desastre* de 1898, que supuso para

¹⁴¹ Sobre el positivismo en España, véase Diego Núñez Ruiz, *La mentalidad positiva en España*, Ediciones de la UAM, Madrid, 1986.

¹⁴² Esta cuestión está analizada con mayor detalle en el capítulo *Identidades y Discurso*.

¹⁴³ Para el *academic drift*, véase Jonathan Harwood, Jonathan Harwood: “Engineering Education between Science and Practice: Rethinking the Historiography”, *History and Technology*, 22, (1, 2006), 53-79. Para la cuestión de la formación en la ingeniería estadounidense y sus cambios en el tiempo: Bruce Seely, “European Connections to American Engineering Education, 1800-1990”, en Irina Gouzévitch, André Grelon y Anousheh Karvar (eds.), *La formation des ingénieurs...*, 53-69; Bruno Belhoste, “Les écoles des ingénieurs américaines au début du XXe siècle: un modèle original de formation,” en Irina Gouzévitch, André Grelon y Anousheh Karvar (eds.), *La formation des ingénieurs...*, 161-169.

¹⁴⁴ Antón Costas Comesaña, “Los progresistas como motor del cambio...”, 134-135.

España la pérdida de las últimas colonias -justo cuando ser potencia colonial se iba convirtiendo en el signo no solamente de relevancia internacional, sino también de civilización-, se produjo una apropiación por parte de la clase política de la retórica regeneracionista.¹⁴⁵ La opción por la intervención estatal y el énfasis en la estabilidad política frente a los cambios revolucionarios fueron presentados como condiciones para la renovación y como factores de éxito en la competencia entre países. Tanto los conservadores como los liberales coincidieron en profundizar en la intervención política en el ramo de Fomento, acaso porque la acción *regeneracionista* en este ámbito parecía entrañar menos peligros que, por ejemplo, la extensión de la instrucción pública, asunto que despertaba el interés de los liberales, preocupados por el hecho de que en aquel ámbito España acumulaba un retraso evidente frente a la gran parte de los países europeos, mientras que los conservadores mantenían una actitud más bien pasiva y cautelosa. Entre las medidas introducidas destacan aquellas que se hacían eco del interés de los intelectuales regeneracionistas por la cuestión hidrológica, entendida como clave para resolver algunos problemas que achacaban la agricultura (falta de agua de riego) y la industria española (falta de energía). En 1902 fue adoptado un ambicioso Plan de obras hidrológicas, y el Estado se comprometió a intervenir directamente en la construcción de las obras de riego a través de la Ley de obras hidráulicas de 1911. Sin embargo, el gran promotor de la política hidráulica, Rafael Gasset, apoyado por el director de Obras públicas Pablo Alzola, ingeniero de caminos y destacado intelectual regeneracionista, tuvo que conformarse con la realización lenta y reducida de su proyecto, entre otras razones por la falta de voluntad política y por las limitaciones impuestas al gasto público.¹⁴⁶ Asimismo se adoptaron distintas medidas para promover el desarrollo de la industria y de la agricultura, dentro de la pugna entre las corrientes industrialistas y agraristas que competían por los recursos públicos y por la atención de la oligarquía gobernante, presentándose una u otra actividad como el vehículo más apropiado para alcanzar la prosperidad nacional. En 1907 se aprobó la Ley de protección de la industria nacional, declarándose la exclusividad del uso de los productos nacionales en ciertos proyectos como podían ser la construcción y la reparación del ferrocarril y de otras obras públicas, y en 1909 vio la luz una normativa parecida orientada hacia el desarrollo de la industria naviera y de los astilleros.

En el campo de la educación subrayemos la creación en 1907 de la Junta para la Ampliación de Estudios, que relanzó y sistematizó la política de envío de personas para estudiar e investigar en las instituciones prestigiosas del extranjero y supuso un impulso para la investigación y para la innovación tecnológica. Asimismo estimuló el debate en España sobre la renovación de las enseñanzas técnicas y científicas, y facilitó la circulación transnacional de modelos concretos de

¹⁴⁵ Esta apropiación y “adulteración” está analizada en José María Jover Zamora, “La época de la Restauración. Panorama político-social, 1875-1902”, en M. Tuñón de Lara (ed.), *Historia de España*, vol.VIII, *Revolución burguesa, oligarquía y constitucionalismo (1834-1923)*, Labor, Madrid, 1985, 388.

¹⁴⁶ Nicolás Ortega Cantero, “La política hidráulica española...”

organización de la docencia y de la investigación.¹⁴⁷ En las primeras décadas el siglo XX, el Estado -y las autoridades locales, sobre todo la Mancomunitat (1914-1925) en Catalunya- asumió un papel activo en la creación de nuevos centros, algunos orientados exclusivamente a la investigación, que promovieran y canalizaran la producción y apropiación de conocimientos.¹⁴⁸

Asimismo siguió el esfuerzo por sistematizar y estandarizar la función pública, esta vez marcado por la presión ejercida desde dentro por los cuerpos del Estado que habían ido creciendo en número y en poder.¹⁴⁹ Las reformas se enfrentaban a los límites impuestos al gasto público, ya que al mismo tiempo se llevó a cabo un intento de nivelación presupuestaria. Como apunta Juan Pan-Montojo, el sistema político existente hacía difícil defender los intereses del fisco y el beneficio para las masas. Sufrió pues las consecuencias del uso que hacían del Parlamento los grandes productores de distintos sectores como lugar en el que negociar y consensuar las actuaciones que podrían traerles beneficios. Por lo tanto, eran las medidas más baratas y menos polémicas las que tenían mayor posibilidad de plasmarse en hechos y obtener mayor éxito.¹⁵⁰

Los distintos ramos de ingeniería operaron en un nuevo contexto, caracterizado por la extensión de la actividad interventora del Estado y de los organismos públicos locales y, al mismo tiempo, por el fortalecimiento indudable del sector privado. La segunda revolución industrial, cuyos signos aparecían lenta, pero imparablemente en España, establecía vínculos evidentes entre el crecimiento industrial y agrícola por una parte, y la adopción y aprovechamiento de las nuevas tecnologías por otra. Frente a los retos planteados dentro del esfuerzo por mantener el paso con los nuevos tiempos, los ingenieros desarrollaron cierta sensación de estancamiento o de crisis doctrinal e institucional, que generó debates sobre la necesidad de cambio -un fenómeno finisecular compartido por todas las ingenierías.¹⁵¹ En estos debates competían dos tendencias: por un lado, la defensa de la vuelta a los buenos tiempos del pasado, que atribuía los problemas sobre todo a la falta de disciplina y al deterioro del espíritu del cuerpo; por otro, el llamamiento a un replanteamiento según las exigencias de los nuevos tiempos, tanto de la organización de la acción de los cuerpos técnicos y de los profesionales liberales, como los procedimientos y las enseñanzas

¹⁴⁷ Sobre la fundación y las actividades de la JAE, véase José Manuel Sánchez Ron (ed.), *Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas ochenta años después*, 2.vols., CSIC, Madrid, 1988.

¹⁴⁸ José Manuel Sánchez Ron, *Cinco, martillo y piedra: Historia de la ciencia en España (XIX y XX)*, Taurus, Madrid, 1999. Para las políticas científicas de la Mancomunitat, Antoni Roca Rosell, "Ciencia y sociedad en la época de la Mancomunitat de Catalunya (1914-1923)", en José Manuel Sánchez Ron (ed.), *Ciencia y sociedad en España*, Ediciones del Arquero/CSIC, Madrid, 1988, 223-252.

¹⁴⁹ Francisco Villacorta Baños, *Profesionales y Burócratas....* En cuanto a las mismas dinámicas a nivel internacional: Françoise Dreyfus, *La invention de la bureaucratie. Servir l'État en France, en Grande-Bretagne et aux États-Unis (XVIIIe-Xxe)*, Éditions la Découverte, Paris, 2000.

¹⁵⁰ Juan Pan-Montojo, "El atraso económico y la regeneración", en Juan Pan-Montojo (ed.), *Más se perdió en Cuba...*, 267-340.

¹⁵¹ Las dificultades económicas del Estado también influyeron en esta sensación de crisis. José María Serrano Sanz, *El viraje proteccionista en la Restauración...* Para la enseñanza técnica como objeto de estos debates: Guillermo Lusa Monforte, "Inquietudes y reformas e cambio de siglo. El proyecto de la nueva Escuela Industrial (1899-1910)", *Documentos de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona*, 12 (2002), 67-82.

en las escuelas de ingeniería.¹⁵² Aunque el convencimiento sobre la necesidad urgente de reformar la enseñanza y las condiciones del desempeño profesional ganaba terreno rápidamente, los partidarios de una reforma radical tardaron años en lograr introducir mayores cambios en estos ámbitos, sobre todo en el caso de las ingenierías del Estado que gozaban de mayor tradición. Los ingenieros industriales y los agrónomos mostraron mayor dinamismo, desempeñando un papel clave en la importación y apropiación de las nuevas tecnologías, sin dejar de incorporar en la enseñanza los aspectos “científicos” subyacentes.

En general, el último periodo abarcado en este trabajo (aprox. 1890-1914) destacó por las transformaciones estructurales, entre ellas la diversificación de la producción, la introducción de las innovaciones tecnológicas y de las nuevas formas de obtener energía, la creciente burocratización o el afán constructor incentivado por los municipios y por las diputaciones, a la vez que le se caracterizó por el discurso de la regeneración que dominaba en la opinión pública. Los ingenieros participaron activamente en ambos fenómenos que, por otra parte, contribuyeron a la redefinición y a la revalorización del papel del ingeniero. Las nuevas oportunidades en el sector privado no supusieron, sin embargo, el abandono de las reclamaciones formuladas al Estado, más bien lo contrario. Los ingenieros del Estado, militares y civiles, aspiraban a reducir los conflictos corporativo-profesionales y a asegurarse cotos exclusivos dentro de la Administración a través del *deslinde de las atribuciones*. Éste se alcanzaría mediante unas comisiones mixtas formadas por ingenieros y otros profesionales o facultativos (arquitectos, artilleros, etc.) y sería garantizado por la normativa legal. En la última década del Ochocientos los ingenieros del Estado se unieron a la reivindicación histórica de los ingenieros industriales pidiendo la regulación de la profesión -o de las profesiones- de ingeniero, hasta conseguir varias normativas en este sentido, polémicas y de difícil implementación. Por otra parte, los ingenieros industriales, sin abandonar su retórica del orgullo por conseguir triunfar a través de la libre competencia en el sector “productivo” (privado) y sin renunciar a sus reclamaciones de regulación de la profesión, incrementaron las demandas al Estado sobre la creación de puestos en la Administración destinados especialmente para ellos.¹⁵³ El porqué de esta nueva orientación hacia el Estado de los industriales se entiende en un clima que favorecía la expansión de la intervención administrativa y, paradójicamente, teniendo en cuenta también las crecientes posibilidades que ofrecía el sector privado, ya que los contactos en la Administración resultaban claves para el éxito de los ingenieros-profesionales liberales. Los ingenieros industriales, igual que los militares y navales, observaron cómo sus compañeros de los

¹⁵² Para la segunda opción, véase Antoni Roca Rosell y Guillermo Lusa Monforte, “Un altre 98? Ciència i tècnica al tombant de 1900”, *Afers*, 31 (1998), 609-626.

¹⁵³ Manuel Silva y Guillermo Lusa, “Cuerpos facultativos del Estado versus...”, 359 y 379-381. En 1896 se creó el cuerpo de ingenieros mecánicos de las divisiones del ferrocarril y toda su plantilla (17 plazas) fue ocupada por los ingenieros industriales. En 1911 los ingenieros industriales lograron la creación de un cuerpo nacional de ingenieros industriales. Más sobre el tema en el capítulo *El desempeño profesional*.

cuerpos civiles pasaban a la actividad privada, creando compañías, presentando proyectos y obteniendo concesiones, beneficiándose de sus contactos en Fomento. Resultaba evidente la importancia para el éxito profesional del uso adecuado del aparato del Estado, cuando el poder fáctico de éste y su voluntad de intervención mostraban una tendencia al alza a largo plazo, a pesar de los altibajos y de las fluctuaciones (las tendencias dominantes y los cambios coyunturales quedan reflejados, por ejemplo, en el gasto público).¹⁵⁴

Dadas las condiciones de diversificación creciente y de mayor competencia, los ingenieros adoptaron nuevas formas de organización para reforzar su papel y para conquistar nuevos terrenos, aumentando su peso tanto en la Administración como en el sector privado. Estos nuevos organismos les permitían actuar a distintos niveles: como cuerpos de funcionarios, como graduados de la misma escuela y también como ingenieros, en reconocimiento de la existencia de una comunidad profesional. Mientras los ingenieros industriales se habían organizado en asociaciones hacía ya unas décadas, no fue hasta los primeros años del siglo XX cuando los ingenieros salidos de las escuelas vinculadas con los cuerpos civiles del Estado llegarían a compaginar el espíritu corporativo con una visión más amplia de la profesión, hasta el punto de sentirse motivados para llevar a cabo el proyecto fracasado de los años 1860 de una asociación profesional que reuniera a todos los ingenieros civiles. Dentro del mismo proyecto se constituyeron las asociaciones de ingenieros de cada especialidad, que reunían a todos los graduados de cada escuela, fueran miembros del cuerpo o no, además de admitir como miembros honorarios a españoles y extranjeros, con título o sin él, que destacaran por su trabajo en el ramo. Los organismos de este tipo, al estar desvinculados de la Administración, podían cumplir más fácilmente el papel de definir los intereses comunes y ejercer como representantes e interlocutores de los ingenieros tanto en relación con el Estado como con la opinión pública.

¹⁵⁴ Véase el gráfico en la página siguiente. El Estado seguía con su actividad constructora, intensificándola incluso: mientras en el periodo 1868-1875 se construyó un promedio de 369 km anuales, fueron 481 entre 1875-1885 y 692 km entre 1885-1896. “Carreteras”, *Revista de Obras Públicas*, 1180 (1898), 293.

Gráfico 1



Fuente: *Presupuestos del Estado*, vv.aa.

Como grupos socio-profesionales y como individuos, en las décadas del cambio del siglo los ingenieros españoles formaron parte de las élites, en el sentido amplio de la palabra. Aunque no constituyeran un grupo homogéneo en cuanto a la riqueza personal y en su mayoría no entrarían en una definición de clases altas que se basara en criterios puramente económicos, en general gozaron de una situación material relativamente acomodada y sobre todo, de una posición social consolidada.¹⁵⁵ Lo que es más importante aún, como grupos socio-profesionales, su capacidad de intervenir en las decisiones políticas superaba con creces el poder que pudieran derivar de su propiedad personal, pues su prestigio era muy alto y disfrutaban de una imagen pública mayoritariamente favorable.¹⁵⁶ Este último factor resulta significativo en unos tiempos en los que el peso de la opinión pública resulta creciente, al incluir cada vez a una mayor parte de la población.

Los ingenieros civiles y militares estaban integrados en las estructuras del gobierno a través de sus cuerpos facultativos, participaron en distintas comisiones y fueron empleados por organismos como el Instituto geográfico o la Dirección general de estadística. Asimismo consiguieron labrarse una posición ventajosa en el sector privado, como de profesionales liberales, socios en compañías y, de forma creciente, como asalariados. Además, formaron parte de

¹⁵⁵ El tema de los sueldos se trata en el capítulo *El desempeño profesional*.

¹⁵⁶ Los ingenieros-funcionarios constituían grupos importantes en las estructuras administrativas y supieron hacer oír su voz en el parlamento. Eran cuerpos consolidados, la posición social de los ingenieros estaba ya consagrada y mantenían el espíritu corporativo. Los miembros de los cuerpos de ingenieros estaban situados en posiciones de importancia. Tenían gran poder de decisión, presentaban enmiendas a las leyes y polemizaban en la prensa sobre los proyectos emprendidos por el Estado y por los particulares. Fernando Sáenz Ridruejo ha llevado a cabo una investigación sobre los ingenieros de caminos en la política durante el siglo XIX. La presentación más reciente de su investigación está en Fernando Sáenz Ridruejo, "Ingeniería de caminos y canales, también de puertos y faros", en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en España*, vol. 5, *El ochocientos...*, 167-175.

asociaciones e instituciones -independientes o tuteladas por el Estado- de lo que hoy en día algunos llamarían sociedad civil, desde las que promovieron sus visiones sobre el funcionamiento de la sociedad. Lo que les hacía específicos era su sensibilidad hacia cierto tipo de cuestiones, plasmada en el lenguaje del conocimiento a la vez especializado y útil, y la manera de conectar los debates públicos con las soluciones concretas proporcionadas por su *expertise*. Desde su posición de expertos se implicaron en distintos proyectos de reforma social (por ejemplo en la Comisión de Reformas Sociales) y en numerosas actividades orientadas hacia el desarrollo científico-tecnológico.¹⁵⁷ Como individuos, pero sin dejar de presentarse en su calidad de ingenieros, destacaron además entre los regeneracionistas de distintos signos políticos, analizando *los males de la patria* y ofreciendo soluciones. La proliferación de proyectos cuyo objetivo era la acumulación de todo tipo de datos sobre la población y el territorio y/o la formulación de propuestas de acción intervencionista, formaba parte no solamente del despliegue del Estado, sino también de las nuevas maneras de entender, ejercer y legitimar el poder en su sentido más difuso. Para interpretar el carácter de este poder, resulta útil aplicar la noción de *gubernamentalidad* introducida por Michel Foucault. Según ella, las gubernamentalidades modernas no solamente suponen la centralización del poder en el Estado, sino a la vez su producción y reproducción descentralizada: entre distintos agentes, entre ellos los grupos profesionales, las asociaciones, las comunidades científicas. Estos centros múltiples de poder producen nuevas formas de autoridad, a la vez autónomas y entrelazadas, y nuevos discursos, contradictorios y consonantes. En el foco de atención está ya no el pueblo, sino la población, ya no el país, sino el territorio, entendidos como problema político y económico y objetos de intervención basada en el conocimiento de los mismos a través de todo tipo de datos *objetivos* obtenidos a través de los métodos *científicos*.¹⁵⁸ Como ingenieros, como hombres de élite y como ciudadanos, los ingenieros regeneracionistas españoles formaban parte de estas redes difusas del poder que caracterizan las formas modernas de (auto) gobierno.

¹⁵⁷ *Reformas sociales. Información oral y escrita publicada...*, vol.1, XXVII-CLXIV; sobre sus otras actividades sociales y científico-tecnológicas, véanse el capítulo *El desempeño profesional*.

¹⁵⁸ Michel Foucault, "Governmentality", en Graham Burchell, Colin Gordon y Peter Miller (eds.), *The Foucault Effect: Studies in Governmentality*, University of Chicago Press, Chicago, 1991, 87-104.

Parte I. Los ingenieros en España

Capítulo 2 - La formación de los ingenieros

A finales del siglo XVIII, España contaba con un modelo de formación de ingenieros institucionalizado dentro de las estructuras del Ejército que destacaba por el lugar prominente otorgado a las matemáticas. Este modelo, que se fue desarrollando desde el siglo XVII, se acabó convirtiendo en un punto de referencia para los establecimientos civiles creados dentro de la administración en el periodo entre 1770 y 1830. No obstante, como se podrá observar en la sección *¿Esferas separadas, conocimientos semejantes?*, los primeros centros civiles no se pueden entender como meras traducciones de este modelo al ámbito civil, ya que su análisis revela que otras nociones y otros modelos de transmisión de conocimiento desempeñaron un papel clave en la definición de la formación de los ingenieros civiles.

Las escuelas especiales de ingenieros fueron organizadas con el objetivo de formar empleados facultativos para los distintos ramos de administración técnica, lo que implicaba una serie de rasgos que se analizarán en la sección *La consolidación y las transformaciones*. A mediados del siglo XIX, las autoridades públicas promovieron la fundación de las escuelas técnicas cuyo propósito era ante todo nutrir el sector privado, es decir, formar ingenieros-profesionales. Estas dos maneras de entender la ingeniería, a la vez complementarias y rivales, estaban vinculadas a centros de formación, que, como observaremos en esta segunda sección, compartían sus principales rasgos, como el ser de carácter superior y tecnocientífico, en ambos casos acabaron atrayendo a alumnos con aspiraciones de élite socio-profesional. Esta confluencia contribuyó a que en la segunda mitad del siglo XIX quedara firmemente establecido en la ingeniería española un sistema credencial, en el que la formación certificada constituía para los hombres españoles la base del reconocimiento profesional como ingenieros.

La última sección, *Enseñanza: los contenidos, las fuentes, los hombres*, dedicada a los contenidos y a la organización de la enseñanza en las escuelas especiales, se centra en tres grandes cuestiones. En primer lugar analizaré cómo fueron definidos los contenidos de la formación y qué grandes tendencias se pueden observar a lo largo de la época, examinando la posibilidad de aplicar la teoría de la deriva académica tal como la plantea Jonathan Harwood al caso de las escuelas de ingeniería españolas. La cuestión de los modelos extranjeros y su apropiación constituye un tema inevitable cuando hablamos de la formación de ingenieros en el siglo XIX. Por último, me fijaré

en la organización de la enseñanza y en las medidas de disciplina, planteando hipótesis sobre las escuelas especiales como lugares de construcción de la identidad de ingeniero y sobre el papel de los procedimientos de selección y evaluación en la legitimación de la figura del ingeniero dentro y fuera del aparato administrativo.

1. *¿Esferas separadas, conocimientos semejantes?*

Uno de los rasgos principales de la configuración de la ingeniería moderna en España es el papel decisivo de la instrucción formal y el peso en ésta de las ciencias, sobre todo las matemáticas. A comienzos de la época aquí estudiada, es decir, en el último tercio del siglo XVIII, existía en España un vínculo institucional consolidado entre la ingeniería y la educación formal de marcado carácter científico, como era la Academia de matemáticas de Barcelona, que nutría el cuerpo de los ingenieros militares. Este vínculo se reprodujo asimismo en la escuela de los ingenieros de marina, creada en 1772. Por otra parte, se empezaron a fraguar en la Península Ibérica y en Nueva España (México) centros de formación de carácter civil vinculados a la minería, que se iban a convertir en las bases para las futuras escuelas de ingenieros de minas.

En España, la ingeniería había adquirido un marco institucional militar en la primera mitad del siglo XVIII a través de la creación del Real Cuerpo de ingenieros del Ejército y de las academias militares. El cuerpo de ingenieros militares fue organizado entre 1710 y 1712 por el Ingeniero General J. P. Verboom a partir de un núcleo de hombres procedentes de Flandes.¹ Verboom insistió en numerosas ocasiones en que para obtener la patente de ingeniero –la condición previa a la incorporación en el cuerpo– los aspirantes deberían superar un examen que verificara los conocimientos adquiridos a través de la práctica, del estudio individual y/o del aprendizaje al lado de un experto ingeniero. No fue, sin embargo, hasta la consolidación de la Academia de matemáticas en Barcelona durante la tercera década del siglo XVIII cuando la formación estandarizada pudo proporcionar un corpus uniforme de conocimientos a los miembros del cuerpo.² Finalmente se abrieron tres academias militares de matemáticas:

¹ Los hombres originarios de la Península Ibérica representaron una minoría en las décadas iniciales de la existencia del cuerpo. *SHM*, Escalilla del Real Cuerpo de Ingenieros, 1726 y 1733. Como muestra Horacio Capel, el cuerpo de ingenieros militares creado hace unas décadas en Francia representó un importante punto de referencia. Los grados de la carrera de ingeniero se asemejaban a los grados de los oficiales del ejército. Podían integrarse en el cuerpo aquellos que ostentaban la patente de ingeniero. Horacio Capel, Joan Eugeni Sánchez y Omar Moncada, *De Palas a Minerva. La formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII*, Serbal/CSIC, Barcelona/Madrid, 1988, 28-29.

² Las academias de matemáticas, de fortificaciones y de artillería tenían una larga tradición en el Imperio de los Austrias. Sin embargo, la trayectoria, el grado de consolidación y la eficacia de estas

en Barcelona (fundada en 1716, abierta en 1720), en Orán (1732) y en Ceuta (1739). Estas academias estaban a cargo del cuerpo de ingenieros, pero se encargaron de instruir no solamente a los aspirantes a ingeniero, sino también a los cadetes y oficiales destinados a servir en distintos tipos de unidades militares. Asimismo, en 1717 fue creada la escuela de los cadetes guardiamarinas en Cádiz que proporcionaba una formación comparable a los oficiales de la Armada (el Cuerpo de ingenieros de la Marina no se fundó hasta 1770).

Las academias militares, al convertirse el paso por ellas en una vía privilegiada para el ingreso al Real Cuerpo de ingenieros (sin llegar a ser una condición *sine qua non* hasta el primer tercio del siglo XIX), contribuyeron de forma decisiva a consolidar la relación de la ingeniería con el estudio de las matemáticas, en concreto las matemáticas mixtas, combinación de la teoría con la resolución de problemas prácticos.³ Este vínculo entre la ingeniería y la formación en las matemáticas no es tan obvio como podría parecer. ¿Qué decía entonces un nivel alto de conocimientos en matemáticas de la capacidad para ser un buen ingeniero? Según la investigación de Ken Alder, los conocimientos teóricos de matemáticas habían ayudado muy poco o nada a los ingenieros-artilleros franceses a conseguir mejor puntería en el campo de batalla.⁴ Sin entrar en el debate sobre las ventajas que ofrece a largo plazo el análisis matemático para la resolución más rápida, económica o sistemática de los problemas de la construcción, quisiera subrayar que no es aquélla la única manera posible de enfocar el trabajo del ingeniero. En otros contextos culturales podemos encontrar ejemplos de la configuración de una ingeniería pujante y exitosa alrededor de unas prácticas basadas en la observación y en el experimento, sin utilizar los técnicos más que unos cálculos

instituciones era extremadamente desigual. A finales del siglo XVII se produjo cierta formalización y estandarización en la transmisión del bagaje tecnocientífico, al establecerse en el seno de los ejércitos imperiales la costumbre de enviar a los hombres de talento a la *Academia real y militar del exercito de los Payses-Baxos*, fundada en 1671 (existe cierta polémica alrededor de esta fecha), para que se formaran en matemáticas y en el arte de la fortificación. De este modo complementarían la experiencia adquirida a través de la práctica al lado de un experto ingeniero, siendo éste a menudo un pariente del aprendiz. El título de ingeniero ordinario no era otorgado al finalizar los estudios en la academia, sino después de someterse a un examen por otro ingeniero y ser ratificado por una patente real. Después de la pérdida de los Países Bajos, los hombres vinculados con aquella institución de enseñanza, una de las pioneras a nivel europeo, desempeñaron un papel decisivo en la reconfiguración de la ingeniería militar en la España peninsular. Las primeras dos décadas del siglo XVIII destacaron por los intentos de organizar uno o más establecimientos en la península ibérica que pudiera cumplir un papel parecido a la Academia de Bruselas. Josy Muller, “Les ingenieurs militaires dans les pays-bas espagnols (1500-1715)”, *Revue International d’Histoire Militaire*, Bruselas, 20 (1959), 467-478 ; Horacio Capel, Joan Eugeni Sánchez y Omar Moncada, *De Palas a Minerva...*, 96-103.

³ Para la relación entre la academia y el ingreso en el cuerpo, véase Horacio Capel, Joan Eugeni Sánchez y Omar Moncada, *De Palas a Minerva...*, 272.

⁴ Ken Alder, “French Engineers Become Professionals...,” 115.

básicos.⁵ Analizando el papel de la introducción sistemática de la teoría matemática en la formación de los ingenieros militares españoles hay que fijarse, por lo tanto, en otros aspectos de la cuestión.

En primer lugar, la formación en las matemáticas mixtas constituye una apuesta por un tipo de saber distinto de las disciplinas tradicionales vinculadas con la universidad, que se vieron sometidas a fuertes críticas – por especulativas y poco prácticas - a partir del siglo XVII, y la vez alejado de la práctica artesanal, una ocupación considerada, como afirma Alder, como inapropiada para hombres de cierto estatus como eran los oficiales del ejército. Este nuevo tipo de saber resultaba especialmente propicio para moldear a las personas destinadas al servicio del soberano en general, y al servicio militar en particular, ya que -a la vez que desarrollaba en los alumnos un pensamiento orientado hacia la resolución de problemas- fomentaba la capacidad de autocontrol, cumpliendo así la función disciplinaria.⁶

En segundo lugar surge la cuestión del estatus. ¿Podría la instrucción en matemáticas suponer una forma de dotar de estatus a los ingenieros del Ejército, al formalizar su vínculo con la ciencia? ¿O era, al contrario, el rango de oficial de los hombres de ciencia y su “genio marcial” lo que contribuyó en España hacer de la tecnociencia una ocupación digna de caballeros? Estas preguntas no tienen una respuesta simple y, desgraciadamente, examinar en detalle la dinámica entre la ciencia, el rango militar y el estatus en el siglo XVIII excedería los límites de este trabajo. Horacio Capel muestra cómo en la primera mitad del siglo XVIII, el perfil científico del ingeniero podía resultar incluso perjudicial en algunos círculos castrenses que apreciaban ante todo a los oficiales curtidos a pie del cañón y que veían con sospecha a los cadetes que querían ingresar en las academias.⁷ No obstante, conforme iba avanzando el siglo, la ciencia en general, y las matemáticas en concreto, se convirtieron en una manera cada vez más reconocida de aprehender, interpretar y transformar el mundo.⁸ El énfasis en la formación científica permitía introducir criterios “objetivos” de definir y medir el *mérito*: un concepto que fue ganando importancia en el discurso legitimador de las élites vinculadas con el servicio al rey. De este modo, el creciente

⁵ Monte A. Calvert, *The Mechanical Engineer in America: Professional Cultures in Conflict*, The Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967; Eda Kranakis, *Constructing a Bridge....*

⁶ Ken Alder, “French Engineers Become Professionals....”

⁷ Capel cita el testimonio en este sentido de Andrés de los Cobos (año 1733) en Horacio Capel, Joan Eugeni Sánchez y Omar Moncada, *De Palas a Minerva....*, 112.

⁸ Sobre el interés creciente entre las élites por las matemáticas y sobre el prestigio de las mismas en la segunda mitad del siglo XVIII, véase Leoncio López-Ocón, *Breve historia de la ciencia....*, 147-155.

peso de la formación científica podría interpretarse dentro del proceso de redefinición de la noción de la nobleza hacia una visión que combinaba el mérito con la alcurnia. Según ésta, los nobles disfrutaban de un estatus privilegiado porque, por su sangre, estaban especialmente dotados de honor y de otras capacidades que les hacían merecedores de su posición destacada.⁹ A la vez, estas capacidades se hacían visibles y quedaban confirmadas a través de una serie de muestras/pruebas, por ejemplo, la proeza militar y la capacidad de mando. De esta forma, ciertas ocupaciones como la carrera de oficial podían ser a la vez un dominio exclusivo de los nobles y una manera de demostrar, legitimar y reafirmar la nobleza.¹⁰ En el caso concreto de los ingenieros militares españoles, la preocupación por la nobleza de los aspirantes fue intermitente a lo largo del siglo XVIII. Por una parte, la selección de los miembros del cuerpo entre “nobles u hombres que podían igualarlos” se consideraba clave “para hacer el cuerpo más ilustre”.¹¹ Por otra parte, la capacidad demostrada a través de exámenes de ingreso y de otras muestras de conocimiento científico y de su aplicación eficaz en el arte de la guerra, podía abrir a los “plebeyos” no solamente la entrada al cuerpo, sino también al ennoblecimiento por mérito. Así se tensaban y a la vez confirmaban los límites del orden establecido, al postularse la hidalguía como algo deseable, como un premio raramente concedido. La investigación de Capel, Sánchez y Moncada indica que conforme iba creciendo el prestigio del cuerpo, la tendencia de admitir sólo a los nobles fue en aumento y se cerraba el espacio para el ascenso social.¹²

En general, las matemáticas acabaron cumpliendo en el siglo XVIII varias funciones en la construcción de un perfil adecuado del ingeniero. Primero, dotaron a los

⁹ Con respecto a este tipo de mito social en los siglos XVI y XVII, Arlette Jouanna habla de una auténtica teoría biológica de “caracteres adquiridos”. Según la autora, este mito social cumplía dos funciones: además de asegurar la preeminencia de los linajes nobles individuales, dotaba “a los órdenes de los que éstos formaban parte de una personalidad a la vez biológica, moral y social; haciendo así (de los nobles) unos tipos socio-naturales, unos seres míticos”. Arlette Jouanna, *Ordre social, Mythes et hiérarchies dans la France du XVIe siècle*, Hachette, Paris, 1977, 39-41 y 49. Desarrollado en: Robert A. Nye, *Masculinity and Male Codes of Honor in Modern France*, Oxford University Press, Nueva York/Oxford, 1993, 20-21.

¹⁰ María Dolores Herrero se acerca a esta dinámica desde un punto de vista distinto, desde la razón de Estado: “Es una contradicción sólo aparente que los Borbones iniciadores de una política de potenciación del trabajo en términos generales...establecían el requisito de pruebas de nobleza en el ejército....no fue una norma discriminatoria con respecto a los individuos de otras clases sociales. Era simplemente el camino que eligieron en su política de rehabilitación de la milicia: renovar los cuadros de la oficialidad con jóvenes de nobleza española que recibían una instrucción de élite, tanto científica como militar. El origen distinguido aseguraría el éxito de la empresa y permitiría contar con unos oficiales instruidos en nuevas ciencias y técnicas, y, en último término, la modernización del ejército dieciochesco...” María Dolores Herrero Fernández-Quesada, *La enseñanza militar ilustrada. El Real Colegio de Artillería de Segovia*, Academia de Artillería de Segovia, Segovia, 1990, 106.

¹¹ Proyecto de reforma del cuerpo, por el conde de Robelin, ingeniero director en Zamora, citado en Horacio Capel, Joan Eugeni Sánchez y Omar Moncada, *De Palas a Minerva...*, 52.

¹² Horacio Capel, Joan Eugeni Sánchez y Omar Moncada, *De Palas a Minerva...*, 154

ingenieros de unos conocimientos teóricos y prácticos que les permitieron consolidar su carácter de *facultativos* -expertos al servicio del rey-. Segundo, sirvieron para homogeneizar e imponer disciplina a los alumnos y desarrollar en ellos un tipo de pensamiento orientado a resolver problemas. Tercero, junto con el rango de oficial puede que hayan contribuido a crear y naturalizar un perfil de élite para los ingenieros. En las siguientes partes de este capítulo se podrá apreciar cómo se fue transformando el papel de las matemáticas y de otras ciencias a lo largo de la época estudiada.

Hasta el último tercio del siglo XVIII, los gobernantes optaron por emplear a los ingenieros militares también en tareas que por aquel entonces estaban empezando a ser percibidas de forma claramente diferenciadas de lo militar, como *civiles* (la construcción y el mantenimiento de infraestructuras como carreteras, puentes o canales). No obstante, hacia finales de siglo los reformistas ilustrados interiorizaron el discurso que pregonaba las virtudes de una administración con competencias claramente definidas y distribuidas *racionalmente*, y plantearon la necesidad de disponer de *facultativos* civiles instruidos que sirvieran de herramientas eficaces para las nuevas políticas intervencionistas de la monarquía administrativa. Los argumentos sobre la formación específica (sobre todo en hidráulica) y sobre la dedicación exclusiva fueron empleados en favor de la creación de un cuerpo civil de ingenieros que se dedicase a las obras hidráulicas y a la construcción y mantenimiento de los puentes y calzadas, de la misma manera que en la vecina Francia. La enseñanza minera tomó forma con la creación de la academia de Almadén, debida sobre todo a la iniciativa de los técnicos alemanes y de los pensionados españoles en Centroeuropa, alejados de las jerarquías militares. En general, la separación de los campos de acción se estaba acentuando, aunque a lo largo del siglo XIX los ingenieros militares no desistieron en su empeño de participar en las tareas no-bélicas, conservando materias como arquitectura civil en el currículum de la Academia, o defendiendo como tarea militar el reconocimiento geográfico del territorio y la elaboración de mapas.

La formación de los técnicos civiles se caracterizó en el periodo entre 1770 y 1830 por la búsqueda de definición. Aunque acabaría consolidándose el vínculo entre la formación tecnocientífica y las ingenierías civiles, hay que constatar que este perfil no necesariamente había estado previsto por las autoridades que impulsaron la creación de los nuevos organismos. Como indican algunos documentos y fechas, la instrucción formal y/o teórica no se consideraba necesaria para los facultativos de menor rango, eventualmente se suponía que la educación formal debería tener una orientación

claramente práctica. En este punto cabe destacar el papel de los hombres de ciencia vinculados a estas nuevas instituciones, que desplegaron todas las herramientas a su alcance para consolidar la instrucción formal y teórica como marco distintivo de los nuevos facultativos.¹³ Por ejemplo, Betancourt y López de Peñalver defendieron en su *Memoria* de 1791 la creación de una escuela adscrita al cuerpo de ingenieros, estableciendo la solvencia en matemáticas como criterio de admisión en ella. La importancia de las matemáticas en su descripción de las cualidades que debía reunir el director de caminos sólo revela la percepción de éstas como una herramienta para manejar y aplicar todo el tipo de conocimientos especializados, sino que apunta hacia la intención de crear un perfil social de ingeniero-hombre de élite, en el que se verían satisfechas las aspiraciones de personas como Betancourt y López de Peñalver:

[debe]...haber hecho un estudio sólido de geometría y trigonometría, con sus aplicaciones a la práctica; saber el uso de los mejores instrumentos para levantar los planos; medir distancias y alturas; nivelar un terreno; calcular con facilidad y exactitud los desmontes y terraplenes; delinear y lavar un plano, para poder representar un proyecto con claridad; conocer los materiales que corresponden a cada clase de obras, y la resistencia de las piedras por principios ciertos; saber los varios métodos de fundar en el agua, en un terreno de arena, de tierra o peña, para aplicarlos según las circunstancias; estar instruido de las diferentes especies de puentes que se han imaginado, ya de madera, de piedra o de hierro, para ejecutarlos donde convenga; tener noticia de las muchas máquinas que se han inventado para trabajar con economía en los puentes y caminos; saberlas variar o modificar, según lo exijan los varios casos en que se han de emplear; poder juzgar con seguridad cuándo se debe preferir el trabajo de los hombres al de los animales o el de éstos al de aquellos; calcular las causas políticas que deben influir en la dirección que se puede dar a un camino. En fin, permítasenos decirlo, tener una educación no vulgar, la cual no solamente hace recomendables los hombres en el trato con los demás, sino que también da aquel discernimiento y aquel tacto fino que en ciertos casos suele servir aún más que la ciencia. Tales son las circunstancias que deben concurrir en un director de caminos.¹⁴

A finales del siglo XVIII, las ciencias se habían consolidado como una ocupación prestigiosa, ser un *savant* suponía formar parte de la *República de Letras*, la comunidad imaginada de las personas ilustradas¹⁵, que se iba constituyendo a nivel

¹³ El decreto fundacional es de 1799, pero la escuela sólo se creó en 1803. Tampoco se denominó “ingenieros” a los facultativos de caminos hasta unos años después de la creación del cuerpo. Asimismo la academia de Almadén ostentaba un perfil orientado hacia la práctica y no se utilizaba el término de ingeniero para definir a los técnicos allí formados.

¹⁴ Agustín de Betancourt y Juan López Peñalver, *Memoria sobre los medios de facilitar...* Como se puede apreciar, los autores defendían la necesidad de una sólida base científica, ante todo en geometría, pero sobre todo ponían énfasis en la aplicabilidad de todas las disciplinas. Asimismo destaca la presencia de cualidades caballerescas como tacto y discernimiento, difíciles de medir. Este tipo de exigencias, como el “buen gusto” fueron expresadas de forma explícita todavía en los años 1830, para desaparecer casi por completo una vez consolidadas las escuelas especiales (para la cita del año 1833, véase Antonio T. Reguera Rodríguez, *Geografía de Estado...*, 157)

¹⁵ La *República de Letras* tenía las fronteras lo suficientemente flexibles para incluir, aún con grandes limitaciones, a las mujeres (en este punto resulta interesante la actividad inventora de María del Carmen de Betancourt, la hermana de Agustín. Sobre María del Carmen: Juan Cullen Salazar, *La familia de Agustín de Betancourt. Correspondencia íntima*, Domibari, Islas Canarias, 2008, 32-33.). La institucionalización de la ciencia durante el XIX supuso un revés en esta tendencia, que sólo empezó a cambiar cuando las mujeres consiguieron ser admitidas a las universidades. Incluso

mundial. Dentro de este contexto, es comprensible que los hombres que pretendían institucionalizar la ingeniería civil, siguiesen el modelo de ingeniero-matemático asentado en la ingeniería militar, ya que representaba una manera de introducirse en el servicio a la Corona en una posición destacada. De nuevo, esto no supone afirmar lo obvio. Se trata de un hecho significativo que merece ser interpretado en el contexto socio-político de España en las postrimerías del siglo de las Luces. En otros países y en otras épocas existen ejemplos de que el perfil “científico” de los ingenieros militares no se reprodujo necesariamente en la figura del ingeniero ocupado en las tareas no-bélicas, que mantuvo unos rasgos más artesanales.¹⁶

A finales del siglo XVIII se produjeron dos intentos de institucionalizar el vínculo entre la ingeniería civil y la formación teórica. Se creó el cuerpo de ingenieros cosmógrafos (1796-1804), quienes iban a ser dotados de una formación decididamente científica y matemática, incluyendo disciplinas enfocadas hacia la preparación teórica como aritmética, geometría y cálculo infinitesimal, y a su vez asignaturas vinculadas directamente con las tareas del cuerpo como astronomía sintética, física y práctica, meteorología y sus aplicaciones o formación de cartas geográficas y geométricas. No solamente acabó militarizándose, sino que además tuvo una vida muy breve.¹⁷ Al darse un paso más firme hacia la institucionalización de la ingeniería civil con la creación en 1799 de la Inspección general de Caminos y Canales, la Real Orden fundacional establecía el conocimiento avanzado en matemáticas como condición para desempeñar los cargos de inspector y de comisario. Postulaba que los comisarios debían ser “instruidos en matemáticas, ejercitados en geometría práctica y uso de instrumentos,

entonces, las escuelas especiales representaron un bastión de la exclusividad masculina. Este tema merecería una investigación específica. Para las mujeres y la ciencia en España durante la Ilustración: Eulalia Pérez Sedeño, “Mujer, ciencia e Ilustración” en Celia Amorós, *Feminismo e Ilustración*, CAM-UCM, Madrid, 1992. Para las ingenieras: Annie Canel, Ruth Oldenziel y Karin Zachmann (eds.), *Crossing Boundaries, Building Bridges: comparing the history of women engineers, (1870s-1920s)*, Routledge, Londres/Nueva York, 2003.

¹⁶ La apropiación de muchos rasgos del modelo de la *École polytechnique* en la academia de West Point no implicó que la figura del ingeniero-científico prevaleciera, o incluso se estableciera como hegemónica, en los EE.UU en el siglo XIX.

¹⁷ Según Reguera, los rasgos civiles de este cuerpo (una plantilla de profesores escogidos por su cualificación en las matemáticas y en las ciencias relacionadas con los objetivos del cuerpo, los aspirantes acostumbrados “al raciocinio matemático” y el diseño de la formación de sus miembros como orientada hacia fines predominantemente civiles) generaron malestar entre los ingenieros militares precisamente porque temían la división de los conocimientos, de las tareas y, a consecuencia, de las competencias según su carácter civil o militar, lo que a la larga supondría una disminución radical de sus atribuciones. Fue probablemente por este tipo de temores por lo que el rey decidiera militarizar el cuerpo y presentar su creación como una manera de continuar con el uso de los cuerpos militares en tareas civiles. Antonio T. Reguera Rodríguez, *Geografía de Estado...*, 135-138. Los contenidos de la formación prevista para los cosmógrafos: *Ordenanzas del Cuerpo de Ingenieros Cosmógrafos de Estado y del Real Observatorio*, Imprenta Real, Madrid, 1796.

particularmente en los ramos de arquitectura civil e hidráulica, además del mucho ingenio y buenas qualidades que les hagan dignos de optar al empleo de inspector”. No preveía, sin embargo, la creación de una institución de instrucción formal. La Junta de Dirección de correos y caminos sugirió que los adeptos se formasen trabajando con el inspector; desde este punto de vista se justificaba la propuesta de que el Estado pagase el alquiler de la casa del inspector, por ser ésta “como una escuela en que á su lado [el del inspector] se formen los mejores facultativos”.¹⁸ La preparación de los facultativos era, entonces, la responsabilidad exclusiva del Inspector. La inexistencia en la propuesta de cualquier tipo de instrucción institucionalizada refleja la pervivencia del sistema de transmisión de conocimiento maestro-aprendiz en la esfera civil, un sistema del que la ingeniería militar española se había distanciado a mediados del XVIII al consolidarse las academias militares.

Para entrar en el cuerpo no se estableció la condición de la nobleza, al contrario del caso de los ingenieros militares. Al convertirse en el segundo inspector general, Betancourt se ocupó de crear un perfil selecto para los facultativos, que se extendía más allá del inspector y de los comisarios. En este empeño, la creación de una institución de instrucción formal resultó fundamental. Permitió profundizar en la vinculación con las matemáticas, siendo éstas una fuente de prestigio, además de una herramienta de selección y disciplina. Asimismo justificó la supresión de los facultativos en calidad de celadores, un perfil demasiado empírico para las aspiraciones de los ingenieros-hombres de ciencia, y su sustitución por los ayudantes terceros reclutados entre los alumnos de la escuela (en realidad la supresión planteada no fue llevada a cabo, pero sí la postergación permanente de los celadores a un nivel más bajo).

¹⁹ De este modo, los Estudios de la Inspección general podían aspirar a reclutar alumnos tanto entre los nobles, como también entre los hijos de las familias acomodadas que no ostentaron la hidalguía, asemejándose al caso de la *École des Ponts et Chaussées* analizado por Antoine Picon.²⁰ Combinar el perfil no-aristócrata con la selección a través de las matemáticas iba a contribuir de forma clave a construir en el futuro un halo meritocrático alrededor del cuerpo, una fuente potente de prestigio y de legitimidad.

La apertura en 1802 de los Estudios de la Inspección general (también

¹⁸ La Real Orden del 12 de junio 1799, publicado en su plenitud en *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario, 1899 (páginas sin numerar).

¹⁹ En la Real Orden de 26 de julio 1803, los “celadores” fueron suprimidos a propuesta de Betancourt, reemplazados por “ayudantes terceros”, reclutados entre los estudiantes de la Escuela de Caminos. Antonio Rumeu de Armas, *Ciencia y tecnología en la España...*, 276.

²⁰ Antoine Picon, *L'invention de l'ingénieur moderne...*

llamados Estudios hidráulicos del Buen Retiro o, a partir de 1803, Escuela de caminos y canales) representa el paso hacia lo que Antoine Picon denomina el “modelo transicional de formación de ingenieros” al referirse a la *École des Ponts et Chaussées* en el segundo tercio del siglo XVIII. Debemos tener en cuenta que se trata de un paradigma concreto del desarrollo de la profesión, compartido por Francia, España y otros países, pero imposible de establecer como un modelo universal extrapolable a todos los contextos.²¹ La formación en los Estudios de la Inspección duraba dos años, los horarios de clase eran cortos (de unas tres horas diarias), aunque los alumnos se quedaban más tiempo para trabajar de forma informal. Asimismo, los alumnos aventajados se encargaban a dar clase a los recién incorporados. Entre los docentes había hombres de ciencias que gozaban de reconocimiento tanto en España como en el extranjero, como Betancourt, Lanz o Chaix. Las promociones eran todas diminutas en número de graduados, entre 3 y 6 personas. Cinco alumnos lograron terminar la carrera fijada en dos años, formando la primera promoción en 1804.²² Los alumnos de las primeras promociones fueron incorporados al servicio de la Administración. No obstante, la falta de recursos y -posiblemente- de voluntad política obstaculizó la incorporación de todos y el ascenso de los que habían demostrado sus cualidades de *facultativo* en la práctica.

En cuanto al currículum, según la investigación de Irina y Dmitri Gouzévitch, la escuela de Betancourt no copiaba a la *École des Ponts et Chaussées* de los años en que el científico canario estudió allí, sino que se asemejaba bastante al currículum de esta institución francesa alrededor de 1800. Por otra parte, el perfil de los ingenieros de caminos españoles salidos de la escuela de Betancourt era más práctico que el de sus contemporáneos franceses, debido a que estos últimos pasarían por una nueva institución de enseñanza sin par en España, que era la *École polytechnique*, en cuyo currículum la teoría tenía gran peso.²³ En la escuela de Betancourt las materias mostraban una relación cercana con la práctica cotidiana de ingeniero: entre otras cosas se estudiaba hidráulica, mecánica, cálculo de los empujes de tierras y bóvedas,

²¹ *Ibidem*.

²² Fernando Sáenz Ridruejo, *Los Ingenieros de Caminos*, 48.

²³ Irina Gouzevitch, “L’institut des ingénieurs des Voies de communication de Saint-Petersburg : des modèles étrangers à l’école nationale (1809-1836)”, en Irina Gouzévitch, André Grelon y Anousheh Karvar (eds.), *La formation des ingénieurs en perspective...*, 130-134, sobre todo 133 ; Dmitri Gouzévitch, “Agustín Betancourt (1758-1824) entre l’Espagne, la France et la Russie: une axe de transfert technico-scientifique au XIXe siècle”, en Pedro Bádenas y Fermín del Pino (eds.), *Frontera y comunicación cultural entre España y Rusia*, Iberoamericana/Vervuert, Madrid/Frankfurt, 2006, 145-163.

estereotomía de las piedras y maderas, cimentaciones y construcciones fluviales, topografía y dibujo, y los estudiantes también aprendían a hacer proyectos de puentes y construir arcos y máquinas.²⁴ Los alumnos utilizaban dos libros de texto de autores franceses: *Geometría descriptiva* de G. Monge y el *Tratado de mecánica elemental* de L.B. Francoeur, adaptada por Prony, ambos utilizados en la enseñanza en Francia. Se puede concluir que la formalización de la educación de los ingenieros civiles españoles fue modelada con los ojos puestos en Francia, aunque sin seguir las tendencias francesas más recientes en el sentido de que no se introdujeron en España los cambios introducidos por la República francesa y durante la era imperial, como fue la *École centrale des Travaux publics*, luego transformada en la *École polytechnique*. De cualquier modo, tanto en Francia como en España se fue gestando el *ideal analítico* que construía la ingeniería como una aplicación de las teorías científicas. A pesar de que los ingenieros de caminos españoles mantuvieran en los años del funcionamiento de los Estudios del Buen Retiro un perfil más práctico que sus homólogos franceses, llaman la atención las tendencias hacia un mayor protagonismo de la teoría como la introducción de la geometría descriptiva en su currículum, el aumento del peso de las matemáticas a partir del segundo año del funcionamiento de los Estudios, el uso de los manuales de la *École polytechnique* y el envío del mejor alumno de cada promoción a esta escuela francesa.²⁵

Solo podemos especular si el proyecto de apertura de los Estudios hidráulicos contribuyó a incentivar la gran reorganización de la instrucción de los ingenieros militares que se llevó a cabo en 1803.²⁶ Lo que queda más evidente es el estímulo aportado por las nuevas tácticas militares desarrolladas por las tropas francesas –plasmación éstas del concepto revolucionario del *ejército nacional*- durante las guerras entre la Francia revolucionaria y las monarquías europeas. Como apunta José Ignacio Muro Morales, “la tradicional guerra a partir de la táctica de sitios fortificados queda obsoleta, y las ciudades y las plazas fuertes desempeñan un papel menos destacado en el dominio militar. La fortificación abaluartada, con su carácter de defensa fija, pierde relevancia ante la capacidad de movimiento de las grandes unidades militares.”²⁷ La Ordenanza de 1803 reformó el cuerpo y estableció de forma pormenorizada la forma de

²⁴ Fernando Sáenz Ridruejo, *Los Ingenieros de Caminos*, 49.

²⁵ Irina Gouzévitch, “L’institut des ingénieurs des Voies de communication...,” 134.

²⁶ En 1789 se suprimieron las academias de Ceuta y Orán, siendo sustituidas por las de Cádiz y Zamora. A finales del XVIII surgió un proyecto de creación en Barcelona de una academia sólo para ingenieros.

²⁷ José Ignacio Muro Morales, “Ingenieros militares: la formación...”, 595-596.

la instrucción de los ingenieros militares en una academia de ingenieros, creada en el mismo año en Alcalá de Henares. Dentro de la academia se establecieron escuelas teóricas y prácticas para los integrantes en distintos grados del Regimiento de zapadores y minadores, incluida la Escuela teórica para los subtenientes del cuerpo de ingenieros, tanto aquellos que en cualidad de oficiales iban a encargarse del mando del regimiento de zapadores, como los que iban a ser destinados a las provincias al servicio de los ejércitos, plazas y fronteras. Horacio Capel afirma que en comparación con los establecimientos dieciochescos la formación en este centro suponía un aumento del nivel de conocimientos, reforzando además el perfil científico del ingeniero militar.²⁸ En cuanto a una mayor especialización en tareas estrechamente militares, hay que subrayar que -además de las materias del carácter militar- la formación de los ingenieros del Ejército seguía incluyendo también conocimientos idénticos o parecidos a los que aprendían los ingenieros de caminos en los Estudios hidráulicos, como atestiguan los contenidos de la materia llamada “Arquitectura”, impartida durante el tercer año. Sin embargo, en la exposición detallada de tales contenidos la Ordenanza enfatizaba que los conocimientos adquiridos se iban a aplicar en los recintos, obras y tareas de carácter militar.²⁹

En la primera década del siglo XIX funcionaron en España, como acabamos de ver, varios establecimientos de enseñanza de los ingenieros. En este punto resulta interesante comparar de forma sistemática la Academia de ingenieros y la Escuela de caminos, un establecimiento militar y otro civil, que sin embargo compartieron puntos en común, entre ellos el vínculo con un cuerpo que se ocupaba (o que se había ocupado, en algún momento) de las vías de comunicación terrestres y acuáticas.³⁰ En ambos casos se accedía a la formación mediante los exámenes. Había, no obstante, una diferencia significativa: la superación de los exámenes suponía en el caso de los ingenieros militares la entrada en el cuerpo, mientras un resultado favorable en los exámenes de los Estudios hidráulicos otorgaba solamente el derecho de cursar los estudios, aunque se preveía que aquellos que terminaran satisfactoriamente los estudios podrían incorporarse al servicio del Estado como ingenieros de caminos.³¹ La comparación de

²⁸ Horacio Capel, Joan Eugeni Sánchez y Omar Moncada, *De Palas a Minerva...*

²⁹ *Ordenanza que S.M. Manda observar en el Servicio del real Cuerpo de Ingenieros*, vol. 2, Imprenta Real, Madrid, 1803, 369.

³⁰ Parece que el de cosmógrafos en realidad ya no funcionaba, si es que alguna vez había llegado a funcionar de forma sistemática.

³¹ Sin embargo, si el ingeniero militar no conseguía buenos resultados en sus estudios, podría verse obligado a abandonar la academia y ser trasladado a otro cuerpo en el que no se requería una formación tan exigente.

los contenidos de los exámenes manifiesta que en ambos casos las matemáticas desempeñaron un papel importante. Sin embargo, mientras la academia militar exigía que los aspirantes tuvieran conocimientos en algunas disciplinas directamente aplicables en el trabajo de ingeniero, la escuela civil optaba por demandar conocimientos teóricos avanzados en matemáticas.³² Esta diferencia se debía a la formación previa de los aspirantes prevista por los fundadores de ambos establecimientos especializados. La convocatoria para los Estudios hidráulicos mantenía que los conocimientos exigidos podían adquirirse en “los estudios públicos de esta corte”, mientras en el caso de los ingenieros militares se contaba con que los oficiales y los cadetes se habrían formado en la Academia de Zamora, prevista como un paso previo a la Academia de Alcalá.³³

También había distintos criterios para la selección de los alumnos. Mientras el cuerpo de los ingenieros militares admitía solamente a los miembros de la nobleza, a los hijos de tenientes coroneles del ejército o a los oficiales de superior graduación, cualquier hombre mayor de veinte años podía presentarse al examen de los Estudios hidráulicos. Sin embargo, superar la prueba de acceso suponía tener una preparación decididamente superior a la educación asequible en la mayoría de las escuelas de la época, lo que a largo plazo determinaría el perfil de élite de los alumnos (a corto plazo significó asimismo el ingreso de varios hombres ya maduros con amplia formación, como el arquitecto Gómez Herrador). Los padres fundadores, sobre todo Betancourt, eran conscientes de que dicha preparación se podía adquirir en unos pocos centros de enseñanza, como los Reales Estudios de San Isidro o en la Academia de San Fernando (en la que se formaban los arquitectos). Este requisito de un alto nivel de conocimiento previo, sobre todo en matemáticas, se mantuvo vigente para las escuelas especiales durante todo el siglo XIX como también, en menor medida, la difícil accesibilidad de los estudios previos.³⁴ El perfil de elite de los militares que podían prepararse para los exámenes de ingreso en la Academia de Zamora, estaba, por otra parte, salvaguardado

³² Los exámenes de ingreso de los Estudios hidráulicos consistían en álgebra, aritmética, geometría, trigonometría plana y esférica, secciones cónicas, cálculo diferencial e integral y los principios de física experimental. Antonio Rumeu de Armas, *Ciencia y tecnología en la España...*, 280-281. Para ingresar en el Real Cuerpo de ingenieros y estudiar en la academia de Alcalá, hacía falta aprobar unos exámenes que consistían en los principios de álgebra, cálculo infinitesimal, dinámica, hidrodinámica y fortificación. María Ángeles Velamazán, *La enseñanza de las matemáticas en las academias...*

³³ Convocatoria en la Gaceta de Madrid citada en Antonio Rumeu de Armas, *Ciencia y tecnología en la España...*, 281; *Ordenanza que S.M. Manda observar en el Servicio del real Cuerpo de Ingenieros*, Imprenta Real, Madrid, 1803.

³⁴ Santiago Germa, “Cultura matemática en la España de los siglos XVIII y XIX” en José Manuel Sánchez Ron (ed.), *Ciencia y sociedad en España: de la Ilustración a la Guerra Civil*, CSIC, Madrid, 1988, 122.

por las barreras explícitas *de nacimiento*.³⁵

La duración de los estudios estaba fijada en dos años para los ingenieros de caminos y en tres para los militares. En ambos establecimientos las clases duraban solamente unas pocas horas al día.³⁶ Para los alumnos estaba prevista la realización de ejercicios prácticos: la convocatoria para los exámenes de ingreso a la Escuela de caminos informaba sobre unas prácticas a realizar durante el verano, en caso de la academia militar existía un plan más elaborado de ejercicios. Además de prácticas regulares para aprender a utilizar los instrumentos empleados en el trabajo del ingeniero militar, deberían asimismo asistir a todas las prácticas con los demás oficiales del regimiento de zapadores y a los ejercicios de armas de la Escuela práctica, en la que los soldados y los oficiales se ejercitaban en las tareas de guerra (seguramente se trataba de que los ingenieros-oficiales desarrollaran la capacidad de mando). Asimismo se llevaban a cabo simulacros de sitio. En cuanto a la forma de evaluación de los alumnos, disponemos de información precisa en el caso de los ingenieros militares, sometidos a varias pruebas a lo largo de cada año, más un examen final. María Ángeles Velamazán mantiene que los ingenieros militares entraban en el escalafón según los resultados del examen final.³⁷ En caso de la Escuela de caminos, las memorias de Godoy indican al menos la existencia de unos exámenes finales.³⁸

Entre los profesores de ambos centros había algunos hombres de ciencia que habían destacado o que iban a destacar como tales. Sobre todo en la Escuela de caminos figuran entre el profesorado algunos nombres importantes en la historia de la ciencia y la tecnología española: Agustín de Betancourt, José María Lanz y José Chaix.³⁹ Entre los profesores de la Academia de Alcalá de Henares (trasladada más adelante a Guadalajara) subrayemos a Vicente Ferraz, a Mariano Zorraquín y sobre todo a Fernando García San Pedro, alumno y luego profesor de dicho centro. En ambos

³⁵ El primer intento de eliminarlas se produjo en 1811. Posteriormente habría otro durante el Trienio liberal.

³⁶ María Ángeles Velamazán, *La enseñanza de las matemáticas en las academias...*

³⁷ *Ibidem*.

³⁸ Manuel Godoy, *Memorias críticas y apologéticas*, vol. 4, Madrid, 1837, 57.

³⁹ Agustín de Betancourt (1758-1824) y José María Lanz (1764-1839) son autores de la famosa *Essai sur la composition des machines*. (*Programme du cours élémentaire des machines, pour l'an 1808, par M.Hachette ; Essai sur la composition des machines, par MM. Lanz et Betancourt*, Imprimerie impériale, París, 1808.) Sobre los distintos aspectos de la trayectoria de Betancourt, véanse *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 10 (2009). Sobre José María Lanz: Manuel Lucena Giraldo, *Historia de un cosmopolita. José María de Lanz y la fundación de la Ingeniería de Caminos en España y en América*, Colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos, Madrid, 2005. José Chaix (1765-1809) es el autor de la *Memoria sobre un nuevo método general para transformar en series las funciones transcendentales*, Imprenta Real, Madrid, 1807. Sobre Chaix: Santiago Garma, *Jose Chaix i el progres matemàtic a principis del segle XIX*, Consell Valencià de Cultura, Valencia, 1994.

establecimientos funcionaba el sistema monitorial de enseñanza: los alumnos adelantados daban clases a sus compañeros de nivel más bajo. Esta manera de proceder, muy común en la época en muchas instituciones europeas a finales del siglo XVIII y a principios del XIX, existía también en los centros de educación otomanos, como observaremos más adelante. En la Escuela teórica de Alcalá había otro método de aprendizaje que cabe destacar: las conferencias de al menos tres horas en las que los alumnos analizaban y debatían las ponencias preparadas por sus compañeros.⁴⁰

Las dos escuelas y las personas vinculadas con ellas merecen ser mencionadas por su producción modesta, pero importante, de libros y tratados, en una de las líneas principales de las políticas de autosuficiencia técnico-científica mencionadas anteriormente. Se trataba tanto de traducciones, como de la redacción de obras originales. El mayor propósito de las traducciones era servir para el aprendizaje de los alumnos; la selección de títulos sirve de testimonio elocuente de la admiración sentida por la enseñanza en las instituciones francesas. En cuanto a la producción original, había una diferencia significativa entre ambos centros. En el caso de la Academia de Alcalá se trataba de un plan de redacción de obras para el uso en la enseñanza previsto en la Ordenanza de 1803. Mientras, la producción de los profesores de la Escuela de caminos tuvo una relación menos directa con su actividad docente. Se trataba más bien de una actividad de publicación continua que estos hombres de ciencia desarrollaron tanto antes como después de sus años de docencia en dicho establecimiento.

El análisis comparativo de ambos centros revela ciertos rasgos comunes: el peso de las matemáticas, la orientación aplicada de la gran parte de las asignaturas (aunque en ambos casos se puede observar un movimiento hacia la teoría con el paso de los años), los exámenes de ingreso, pocas horas de clase al día. Muchas de estas pautas caracterizarían las escuelas especiales tal como se iban a configurar en el segundo tercio del siglo XIX. En cuanto a las prácticas disciplinarias, las futuras escuelas de ingenierías civiles se parecerían más a la Escuela teórica de la Academia de Alcalá que a los Estudios hidráulicos, en cuanto al énfasis del reglamento del establecimiento militar en la evaluación formal frecuente (y en el escalafón basado en los resultados) para estimular el celo y la emulación a través de la competición. Frente a este modelo de funcionamiento rígido, el principio del interés personal y libre voluntad parecía dominar en el muy pequeño grupo de alumnos de la escuela de Betancourt, entre los que se

⁴⁰ Destacado en Horacio Capel, Joan Eugeni Sánchez y Omar Moncada, *De Palas a Minerva...*, 214.

encontraban también hombres maduros, profesionales que querían ampliar y especializar sus conocimientos para incorporarse al cuerpo. Aunque los objetivos de la Escuela de caminos estuvieran determinados por la razón de Estado y orientados hacia la formación de empleados al servicio de la Corona, en las formas prevalecieron la transmisión de conocimientos personalizada y cierto matiz de estudios por placer.⁴¹ Por otra parte, este centro marcó la estela del futuro al eliminar los impedimentos de *sangre* y sustituirlos con unas barreras más sutiles y más fáciles de ser percibidas como legítimas en la España liberal.

Antes de que pudieran consolidarse, ambos establecimientos se vieron profundamente trastornados en su funcionamiento: la Academia de Alcalá cerró debido a la Guerra de la Independencia, y la ocupación francesa dio el golpe de gracia a la Escuela de caminos que ya había sufrido cierto abandono en los meses anteriores.⁴² La administración de José I preveía una reforma profunda de las instituciones de formación científico-técnica, importando algunos rasgos del modelo consolidado unos años antes en Francia. Varias de las personas que habían sido vinculadas con la Escuela de caminos, se convirtieron en protagonistas de las políticas científico-técnicas del régimen bonapartista. José María Lanz, matemático y antiguo profesor en la Escuela de caminos, fue designado director del Conservatorio de Artes y oficios, moldeado según el *Conservatoire national des Arts et métiers* parisino. Juan López de Peñalver iba a ocuparse de la secretaría de la División de ciencias de la Academia nacional de ciencias, en cuyas distintas secciones habrían de ocupar lugar destacado ingenieros como Antonio Gutiérrez, Agustín Monasterio y de nuevo José María Lanz. Lanz se encargó también del proyecto de un cuerpo de ingenieros civiles en el que iban a incorporarse los ingenieros de caminos que se encontraban a disposición de la administración josefina.⁴³ Estos proyectos se quedaron en papel mojado para ser retomados discretamente en los últimos años del reinado de Fernando VII y los primeros años del régimen liberal.

La restauración de los Borbones supuso un nuevo impulso para la Academia de Alcalá, mientras la Escuela de caminos permaneció clausurada. El centro de

⁴¹ Información detallada sobre el funcionamiento de la escuela de Betancourt en Antonio Rumeu de Armas, *Ciencia y tecnología en la España...*

⁴² Se estableció una academia provisional en Cádiz y los alumnos fueron reclutados entre los del colegio militar en la Isla de León.

⁴³ Fernando Sáenz Ridruejo, *Los ingenieros de caminos*, 55-56. Sobre José María Lanz: Manuel Lucena Giraldo, *Historia de un cosmopolita. José María de Lanz y la fundación de la Ingeniería de Caminos en España y en América*, Colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos, Madrid, 2005.

formación de los ingenieros militares gozó del apoyo del régimen que, frente a los nuevos retos, parecía decidirse por una nueva militarización de la ciencia. La formación de los ingenieros fue desvinculada del servicio en el regimiento de zapadores, la carrera se prolongó hasta cuatro años y aumentó el nivel de enseñanza de las matemáticas.⁴⁴ Por otra parte, el currículum de la academia seguía incluyendo la arquitectura civil y la hidráulica, como también la dirección y construcción de caminos – incluso se puede decir que estas tenían ahora un mayor peso, lo que indicaría la falta de intención por parte del gobierno fernandino de reabrir una escuela de ingenieros civiles.⁴⁵ El perfil científico de la Academia se afianzó, como apunta Elena Ausejo, no solamente a través de la introducción del método de pizarras y de la enseñanza de geometría analítica y descriptiva -ambos síntomas de la influencia de la *École polytechnique*-, sino también al ofrecerse a los alumnos la posibilidad de consagrarse a las ciencias una vez terminada su formación obligatoria, permaneciendo dos años más en el centro “para dedicarse entera y exclusivamente al estudio profundo de aquellas partes de la profesión a que les lleve su gusto y natural disposición”.⁴⁶ De esta forma, la Academia, además de ser un centro de formación de ingenieros militares, se convirtió a su vez en un foco de investigación y de producción científica sin que se buscara su inmediata utilidad. El plan dio sus frutos, como puede apreciarse en el trabajo de personajes como Fernando García San Pedro, primero alumno y luego profesor en dicha academia, quien, además de otros logros en el campo de las matemáticas, introdujo en España la geometría quínésica.⁴⁷

La importancia atribuida a las políticas de fomento y a la ciencia dentro del proyecto de los liberales españoles se desprende del hecho de que durante el Trienio Liberal volvieron a abrirse las puertas de la Escuela de caminos, con una carrera prolongada a tres años y un plan de estudios que apostaba claramente por un perfil científico de ingeniero.⁴⁸ La ingeniería militar también se vio respaldada por el nuevo régimen, bienvenido, según parece, por muchos ingenieros del Ejército.⁴⁹ La Academia

⁴⁴ *Resumen historico del arma de...*, 121. Aunque el examen de ingreso fue, según mantiene Velamazán, más fácil. María Ángeles Velamazán, *La enseñanza de las matemáticas...*, 45.

⁴⁵ Véanse María Ángeles Velamazán, *La enseñanza de las matemáticas... y Reglamento adicional a la ordenanza del Real Cuerpo de Ingenieros para el establecimiento militar de Alcalá de Henares*, 30 de noviembre de 1816.

⁴⁶ Citado en Elena Ausejo, “Quarrels of a Marriage of Convenience...” y en María Ángeles Velamazán, *La enseñanza de las matemáticas...*

⁴⁷ Elena Ausejo, “Quarrels of a Marriage of Convenience...”

⁴⁸ Materias en Vicente Garcini, “Reseña histórica de la Escuela de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario, 1899.

⁴⁹ *Resumen historico del arma de...*, 122.

se abrió, junto a otros establecimientos militares, a hombres que no ostentaban la nobleza. Tanto los ingenieros civiles como los militares siguieron buscando inspiración en Francia, como lo atestigua el envío de pensionados que se interesaron no solamente en el funcionamiento de la *École polytechnique*, sino también de los establecimientos especializados como la *École d'Artillerie et du Génie* en Metz. La Década ominosa trajo consigo una persecución feroz de los liberales, que incluyó procesos “de purificación” abiertos a numerosos ingenieros civiles y militares. Además, Fernando VII no se contentó esta vez con clausurar la Escuela de caminos, sino que se cebó también con las academias militares, incluida la de ingenieros. Éstas eran, según la opinión del Deseado y los partidarios del absolutismo, los nidos de “la irreligión, la inmoralidad” y “la depravación de costumbres”, convirtiéndose la “oficialidad española” en “el semillero de vicio” y en “el germen de las revoluciones”.⁵⁰ El gobierno fernandino pretendía centralizar la formación militar, abriendo en 1825 el Real Colegio general militar que unía bajo un techo a los oficiales de artillería, infantería, caballería e ingenieros. El plan de estudios incluía las matemáticas, pero los ingenieros se vieron privados de las asignaturas especializadas en ingeniería. El retroceso era tan evidente que “bien pronto hubieron de ceder ante la imperiosa ley de la necesidad los espíritus más ridículamente prevenidos”⁵¹ y en 1826 volvió a crearse una Academia de ingenieros, que en los siguientes años iba a deambular por las ciudades de ambas Castillas hasta terminar en 1833 en Guadalajara. El nuevo reglamento fue, según las palabras de Velamazán, “una combinación de los sistemas de 1803 y 1816”. Se componía de cuatro años de formación divididos en dos años dedicados a los estudios en la Academia y dos años consagrados a la práctica en el regimiento.

Durante la Década ominosa los protagonistas del régimen mostraron interés en la minería, entendida como un sector de importancia clave para la Hacienda, sobre todo después de la pérdida de las colonias americanas. Impulsados por Fausto Elhúyar, se dieron también algunos pasos titubeantes hacia la reforma de la enseñanza en la Academia de Almadén, llamada ahora significativamente Escuela de aplicación de Almadén (1826). Antes de acceder a las dos cátedras especializadas en Almadén -la de Geometría subterránea y laboreo de minas, y la de Docimasia y metalurgia-, los alumnos debían acreditar su formación previa en varias asignaturas teóricas: matemáticas, física, química, mineralogía dibujo. Los estudios duraban entre dos o tres

⁵⁰ Orden circular del Ministerio de la Guerra, 27 de septiembre de 1823, citado en María Ángeles Velamazán, *La enseñanza de las matemáticas...*, 53.

⁵¹ *Resumen historico del arma de...*, 122.

años y los alumnos aprovechaban su estancia en Almadén para realizar numerosos trabajos prácticos. Una vez terminada la instrucción, los alumnos trabajarían dos años en un recinto minero antes de ser examinados de nuevo “de teoría y práctica” y recibir el título de profesor de minería y con él poder solicitar ser nombrados ingenieros, entendida esta denominación evidentemente como una categoría administrativa.⁵² El enfoque práctico de los estudios podría interpretarse dentro del peso del ejemplo de los países alemanes (sobre todo la escuela de Freiberg en Sajonia) y del Imperio austríaco (sobre todo el reino de Hungría), ambos con destacada tradición en la enseñanza minera, destinos preferidos en los *grand tour* de los pensionados españoles encargados de instruirse en minería. Los países alemanes eran, como afirma Chastagneret, “un modelo de capacidad técnica y de la racionalidad de la explotación”.⁵³ Estos envíos se retomaron a finales de los años 1820 y las memorias e informes que los pensionados escribieron al volver iban a influir de forma significativa en la futura Escuela de minas. En los mismos años se formó en Madrid una cátedra de química docimástica, vinculada a la Dirección general de minas, que acabaría desplazando a la Escuela de aplicación, al convertirse en el núcleo de la futura Escuela de minas. De nuevo, la teoría triunfó sobre la práctica, postergándola a una posición secundaria.

En general, los últimos años del Siglo de las Luces y el primer tercio del siglo XIX constituyeron un periodo en el que se profundizó en la división de los ámbitos de acción civil y militar. Incluso durante el régimen absolutista de Fernando VII la vuelta a la militarización de la ciencia que había caracterizado el siglo XVIII fue solamente parcial, como lo atestigua la preocupación por la formación del personal vinculado con la gestión de las minas, un sector considerado de importancia estratégica, como también la apertura del Real Conservatorio de Artes y oficios.⁵⁴ Por otra parte, durante los momentos intermitentes de auge que vivieron los centros de enseñanza militares y civiles a lo largo de aquella época tormentosa se fraguaron los rasgos que iban a caracterizar la formación de los ingenieros españoles a lo largo del XIX. El hecho de que los campos de acción civil y militar quedaran cada vez más diferenciados no supuso una separación total de conocimientos. El potente atractivo de las instituciones como la *École polytechnique* y la importancia atribuida a las matemáticas puras y mixtas fueron compartidos por los ingenieros civiles y militares, plasmándose en su

⁵² Colección legislativa de España, vol. 11, 235-274.

⁵³ Gérard Chastagneret, *L'Espagne puissance minière...*, 125.

⁵⁴ Antonio Lafuente y José Luis Peset, “Las actividades e instituciones científicas en la España...”, 29-79. Una visión general del periodo fernandino, Leoncio López-Ocón, *Breve historia de la ciencia...*, 226-257.

formación.

2. La consolidación y las transformaciones

La instauración del régimen liberal después de la muerte de Fernando VII supuso la puesta en marcha de un proceso sistemático de construcción del Estado. Uno de los rasgos de este despliegue de la Administración es la consolidación del funcionariado, un gran número de personas especializadas en el desempeño de tareas concretas definidas por una normativa interna. La formación del personal al servicio del Estado es una cuestión clave en este contexto; desde el punto de vista comparativo podemos observar que se resuelve de forma distinta según países e incluso según cada ministerio o nivel administrativo. Mientras en Italia y en Gran Bretaña, los niveles altos de la función pública se nutrían de los graduados universitarios y en el Imperio austríaco y en los países alemanes los altos cargos procedían de todo un abanico de instituciones de enseñanza, tanto privadas como públicas, en Francia era el Estado mismo el que se encargó de moldear e instruir a sus futuros servidores a través de una serie de escuelas especiales organizadas de forma jerárquica.⁵⁵ En España, la situación varió dependiendo de qué tipo de funcionarios se tratara. Mientras una parte importante de los servidores del Estado de alto nivel procedía de las facultades de Derecho, la función técnica siguió la estela francesa en tanto que el Estado se ocupó de seleccionar y formar a los funcionarios-ingenieros en las escuelas especiales. A diferencia de Francia, no se consolidó un centro en el que los facultativos compartieran una formación común a la manera de la *École Polytechnique*, algo que iba a marcar de forma significativa la configuración de la ingeniería en España.

Los años 1830 supusieron una década de consolidación del modelo español de formación de los ingenieros. La Academia de ingenieros (del Ejército) se trasladó a Guadalajara en 1833 y su plan de estudios fue puesto al día durante los años siguientes, confirmándose este centro como un lugar destacado por el alto nivel de la formación en las matemáticas puras y mixtas y en otras ciencias como la física y la química. Asimismo se permitió la entrada a los aspirantes civiles, eliminándose de esta forma los vestigios del Antiguo Régimen. En 1835, se fundó en Madrid la Escuela de minas, un establecimiento con un perfil más teórico que su predecesora Academia de Almadén, diseñado para formar ingenieros. En el año 1834 se volvió a abrir en Madrid un centro

⁵⁵ Françoise Dreyfus, *La invention de la bureaucratie...* ; Maria Malatesta, *Professionisti e gentiluomini. Storia delle professioni nell'Europa contemporanea*, Biblioteca Einaudi, Turín, 2006.

de enseñanza de los ingenieros de caminos bajo el nombre de Escuela de caminos y canales, dependiente de la Dirección de obras públicas. Estas escuelas consolidadas a mediados de los 1830 sirvieron en muchos sentidos como modelo para las escuelas especiales de ingeniería que se iban a abrir más adelante, sobre todo para la Escuela de montes (fundada en 1846, abierta en 1848 en Villaviciosa de Odón, trasladada a El Escorial en 1871 y a Madrid en 1914) y la Escuela central de agricultura (abierta en 1855 en Aranjuez, reabierta como Escuela general de agricultura en Madrid en 1869). Solamente la trayectoria de las instituciones de formación de los ingenieros industriales difería de manera significativa. El Real Instituto Industrial en Madrid (1850-1867) y las escuelas industriales que ofrecían formación superior en Barcelona (podía expedir títulos de ingeniero desde 1861), Sevilla (1861-1866), Valencia (1861-1865), Bilbao (desde 1899) y Madrid (1901) eran instituciones públicas, pero no estaban destinadas ante todo a proporcionar empleados al Estado, sino a formar personas cualificadas para el sector privado, para la industria.⁵⁶ Esta orientación es causa de ciertas particularidades en la formación de los ingenieros industriales frente al modelo dominante, un tema que será tratado más adelante.

El marco legal y administrativo en el que funcionaron los establecimientos destinados a formar ingenieros a partir del segundo tercio del siglo XIX era cambiante y a menudo confuso. Sin embargo, es posible trazar algunas líneas principales e identificar ciertas pautas de evolución. Ante todo hay que subrayar que la formación de los ingenieros se llevó a cabo en escuelas de carácter superior, de *tercer nivel*, pero desvinculadas de la universidad.⁵⁷ Las primeras de estas escuelas se habían constituido dentro del aparato administrativo, como establecimientos destinados a dotar de formación útil a los miembros de los cuerpos facultativos. Cuando surgieron planes y proyectos liberales de “racionalizar”, uniformizar y centralizar las instituciones de enseñanza y establecer un control estrecho sobre ellas, había que encajar estos centros que gozaban de amplia autonomía en un cuadro general. Categorizadas entre las “escuelas especiales” en el Plan Pidal (1845) y entre las “escuelas superiores” por la Ley Moyano (1857), se mantuvo su separación de la universidad, entendiéndose que estas escuelas estaban orientadas a formar hombres para carreras y profesiones que no

⁵⁶ Algunas de estas escuelas de enseñanza industrial tuvieron el derecho de expedir títulos de carácter superior solamente durante unos pocos años. Para estas escuelas, véase José Manuel Cano Pavón, *Estado, enseñanza, industrial y capital humano en la España isabelina (1833-1868). Esfuerzos y fracasos*, Imprenta Montes, Málaga, 2001.

⁵⁷ Dejemos de lado en este apartado las escuelas de formación de ingenieros militares, que siempre dependieron del Ministerio de Guerra.

estuvieran “sujetas a la recepción de grados académicos”.⁵⁸ Asentadas en su *splendid isolation*, se puede incluso afirmar que las escuelas de ingeniería gozaron de una posición superior a la de las universidades, ya que varias normativas pretendieron que las facultades de ciencias sirvieran como lugares de *preparación* para entrar en las escuelas de ingeniería y también teniendo en cuenta que para algunos propósitos el título de ingeniero equivalía al de doctor.⁵⁹ Los profesores de las escuelas de ingeniería estaban cómodos con este tipo de separación y recelaban incluso, con la excepción de los ingenieros industriales, de los intentos de vincular las universidades a las escuelas especiales, aunque fuese en posición subordinada como lugares de preparación. Por una serie de motivos preferían que los aspirantes se preparasen para el ingreso en las academias privadas. Sin dudar de la sinceridad de los ingenieros librecambistas que defendieron los beneficios de la enseñanza privada, no se puede obviar el hecho de que el paso de los aspirantes por las academias preparatorias privadas tuvo dos implicaciones muy claras: primero, servía como barrera que impedía el acceso a las escuelas de ingeniería a los jóvenes procedentes de familias con pocos recursos económicos y segundo, proporcionaba una fuente suculenta de ingresos para los ingenieros que, además de trabajar para el Estado, prestaban servicios como profesores particulares o como docentes en dichas academias e incluso podían llegar a ser dueños de los establecimientos preparatorios privados.

Desde el punto de vista administrativo, durante la mayor parte de la época estudiada las escuelas de ingeniería no dependieron, con la excepción de las industriales, de la Dirección de Instrucción pública, sino de las direcciones generales de sus respectivos servicios. De este modo, las escuelas de caminos y de minas dependieron de las Direcciones generales de Caminos y de Minas, respectivamente, vinculadas al Ministerio de Fomento, cuando este existía, o al Ministerio de Interior (llamado también *de Gobernación*). A partir de la consolidación a mediados del siglo del Ministerio de Fomento (denominado Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras públicas en 1847-1851), las escuelas de ingeniería fueron subordinadas a él (R.O. 16 de julio de 1852). La Escuela de minas pasó la mayor parte del periodo ligada a la

⁵⁸ “Plan general de estudios aprobados por Real decreto de 17 de septiembre de 1845”, en *Historia de la educación en España*, vol. 2, MEC, Madrid, 1979, 221.

⁵⁹ En cuanto a la equivalencia, a los ingenieros industriales su título les valía para optar por las cátedras en la universidad, es decir, equivalía en este sentido al título de doctor. Elena Ausejo, “La enseñanza de las ciencias exactas, físicas y naturales y la emergencia del científico”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en...*, vol.5, 516. Sobre el tema de la oposición de las escuelas especiales a la integración al sistema de enseñanza que estaba en construcción: Elena Ausejo, “Quarrels of a Marriage...”; Santiago Germa, “Cultura matemática en la España...”, 114-115.

Dirección general de Industria (o de Agricultura, Industria y Comercio), la Escuela de caminos dependió de la Dirección general de Obras públicas, la Escuela central de agricultura de la Dirección general de Agricultura. Este tipo de organización proporcionaba a los cuerpos de ingenieros un importante control sobre la selección y la formación de los aspirantes. Por lo tanto, cuando en ocasiones -como fue por ejemplo la promulgación de la Ley Moyano en 1857- las escuelas de ingeniería debían pasar a depender de la Dirección general de Instrucción pública, los ingenieros-funcionarios movilizaban todos los recursos a su alcance para conseguir que estos intentos tuviesen la vida más corta posible y las escuelas volviesen bajo el control de las direcciones dominadas por los respectivos cuerpos facultativos. Solamente las escuelas de ingenieros industriales estaban en una posición particular, al no estar vinculadas a un cuerpo de funcionarios, y dependieron en la segunda mitad del siglo XIX de la Dirección general de Instrucción pública del Ministerio de Fomento. Sólo cuando se creó en 1900 el Ministerio de Instrucción pública y Bellas Artes, la situación administrativa de las escuelas de ingeniería se unificó, al pasar todas bajo la competencia de esta nueva institución. Sin embargo, esta medida fue de duración breve y las escuelas especiales pasaron a depender de nuevo del Ministerio de Fomento (hasta el año 1931).

Las escuelas de ingeniería fueron financiadas por el Estado. En el caso de las escuelas “periféricas”, las diputaciones provinciales y los ayuntamientos contribuían de forma decisiva a su manutención, como fue el caso de las escuelas industriales en Sevilla, Vergara y Valencia, y sobre todo de la Escuela de ingenieros industriales en Barcelona y de su homóloga en Bilbao.⁶⁰ Si su dependencia de la Dirección de Instrucción pública les restaba autonomía, la diversificación de su financiación (ayuntamientos, diputaciones provinciales) les podía proporcionar en ocasiones un mayor espacio de maniobra frente a las políticas del Estado central.⁶¹

⁶⁰ La Escuela de ingenieros industriales de Bilbao fue dirigida y financiada por un patronato dominado por la Diputación y por el ayuntamiento de Bilbao.

⁶¹ Véase por ejemplo la oposición por parte de la escuela de ingenieros industriales de Barcelona a la creación en Madrid de una escuela preparatoria en tal que paso obligatorio antes de iniciar los estudios de ingeniería y arquitectura. El caso ha sido estudiado por Guillermo Lusa, “¡Todos a Madrid! La Escuela General Preparatoria de Ingenieros y Arquitectos (1886-1892)”, *Documentos de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona*, 9 (1999), 3-43.

Cuadro 3
Ingresados en el cuerpo de ingenieros del Ejército

Año	Nº de ingenieros
1803-1805	87
1808-1814	95
1815-1832	85
1833-1840	70
1841-1867	330
1868-1874	123
1875-1901	658
Total	1448

Fuente: José Ignacio Muro Morales, “Ingenieros militares...”, 597.

En las escuelas vinculadas a los cuerpos del Estado, los títulos de ingeniero no fueron concebidos como títulos académicos, sino que su adquisición estaba vinculada con el hecho de ser miembro de un cuerpo concreto –militar o de facultativos civiles-, sin importar la formación académica de su portador. A partir de la creación de las escuelas especiales y al establecerse la obligación de graduarse en ellas para poder ser miembro de un cuerpo de ingenieros, se fue estableciendo la vinculación *de facto* del título con los estudios en estas escuelas sin que fuera modificada la normativa vigente hasta entonces.⁶² Aunque siguiera siendo una categoría administrativa *de iure*, la vinculación del título de ingeniero con la carrera, por encima de su relación con la pertenencia en un cuerpo de ingenieros, se acentuó cuando numerosos miembros de los cuerpos empezaron a darse de baja para prestar sus servicios a las corporaciones municipales o a las compañías privadas. No obstante, una mayor redefinición se produjo con la apertura de las escuelas de ingeniería desvinculadas de los cuerpos, como fue el caso de los ingenieros agrónomos y de los industriales. Estas escuelas tenían derecho a expedir títulos de ingeniero a sus graduados e incluso los miembros de los cuerpos más privilegiados reconocían a estos hombres como ingenieros, trabajaran o no para el Estado. Este cambio fáctico se afianzó al proliferar la figura del ingeniero libre, graduado de una de las escuelas especiales -vinculadas a un cuerpo o no- que nunca había sido funcionario y que se dedicaba a trabajar como ingeniero por su cuenta, o como empleado en compañías privadas. Por lo tanto, algunos ingenieros-funcionarios se

⁶² Asimismo algunas escuelas especiales, como la de minas, con el tiempo empezaron a otorgar y reconocer el derecho al título de ingeniero de minas a los alumnos externos que no podían acceder al cuerpo. En la Escuela de caminos, a los oyentes se les expedía el certificado de ingeniero a partir de 1855.

unieron ya en los años 1870 a la demanda de la regulación profesional.

“Debemos aspirar a que en España, y sin que en nada se toque, si así se quiere, a la organización del Cuerpo, empiece a existir la profesión del Ingeniero, dándole derechos análogos a los que otras tienen, que así como existe la profesión del abogado y el Cuerpo de los letrados, la profesión del médico y el Cuerpo de Sanidad militar, exista la profesión de Ingeniero de Caminos y el Cuerpo de caminos.”⁶³

Sin embargo, fue sobre todo a partir de las últimas dos décadas del siglo XIX, cuando el trabajo en el sector privado y en los consorcios provinciales o municipales se convirtió en una opción apetecible para los hombres de la élite, que la cuestión volvería a plantearse con urgencia. En el caso de numerosos ingenieros, el servicio del Estado funcionó como trampolín para la alta política y para los puestos directivos en las empresas municipales y privadas, lo que generaba un aumento importante de supernumerarios en los escalafones de los cuerpos. Las escuelas especiales ligadas a un cuerpo se debatieron entre abrirse a un mayor número de interesados o garantizar el trabajo público a todos sus graduados. A finales de siglo, esta dinámica compleja de cambios forzó cierto aumento de los admitidos en algunas de las escuelas especiales, sobre todo la de caminos, a la vez que los ingenieros incentivaron la regulación de la profesión por el Estado, para así poder mantener los ingenieros el perfil de profesión de élite en las nuevas condiciones. Como indica Manuel Silva, la Ley de Presupuestos de 1893 introdujo la obligación para los que quisieran ejercer como ingenieros en España de ostentar un título académico expedido por las autoridades españolas. El acceso a este título estaba abierto a los graduados en las escuelas especiales, a aquellos que ejercieran de ingenieros mediante Reales despachos y a los formados en centros correspondientes en el extranjero. Alrededor de esta normativa, modificada varias veces y que tardó años en cumplirse, se generó un esfuerzo fervoroso por fijar las atribuciones, por deslindar los campos de acción entre las distintas *profesiones de ingeniero*. La cuestión de la formación desempeñó un papel clave, sobre todo en las luchas corporativas entre los ingenieros civiles por una parte y los ingenieros militares y artilleros por otra. Los ingenieros militares propagaron una visión unitaria de la formación basada en la ciencia de ingeniero, exigiendo en consecuencia que se les expidiese un título genérico de ingeniero que les permitiera desempeñar distintas tareas en el sector privado. Los artilleros, por otra parte, se asemejaron a los ingenieros industriales partiendo de su formación científica y de su amplia experiencia en el diseño y el manejo de distintos tipos de máquinas y en la dirección de fábricas. Los ingenieros

⁶³ R. Martín, “Plus Ultra”, *Revista de Obras Públicas*, 8 (1875), 85-87

civiles invocaron “la diferencia de estudios entre carrera y carrera” para negarse a compartir con los militares lo que consideraban su área de competencias. El período termina sin resolverse del todo los conflictos alrededor de los títulos académicos de ingeniero.⁶⁴

Como hemos podido observar, las escuelas de ingeniería civil (no-militar) nacieron en España dentro del aparato administrativo ilustrado con el propósito de formar facultativos, lo que marcó en el siglo XIX su posición dentro de la organización administrativa del Estado liberal. Las escuelas de ingenieros industriales constituyeron una excepción. Por muchos rasgos que le dan carácter excepcional, la formación de los ingenieros industriales podría ofrecerse como alternativa a la enseñanza en las escuelas vinculadas con los cuerpos del Estado. En primer lugar, el propósito del Real Instituto industrial de Madrid y de las escuelas destinadas a formar ingenieros industriales que se establecieron con mayor o menor éxito en las provincias, no era el de formar funcionarios del Estado, sino profesionales liberales o empleados para la industria. El perfil de los alumnos era menos elitista y la matrícula era gratuita, aunque pronto se estableciera la obligación de pagar una suma importante por la expedición del título de ingeniero. La orientación hacia los hijos de los artesanos quedaba patente de la estructura de la carrera, escalonada en tres niveles de los que el de ingeniero suponía la culminación de los estudios, alcanzada solo por los más dotados y esforzados, mientras otros se irían incorporando al mundo laboral como obreros, capataces o peritos. Esta visión de una formación continua desde el nivel elemental y práctico hasta los estudios superiores de orientación teórica fue excepcional dentro de la formación de los ingenieros en España y no tardó en ser suprimida en pro de la segregación social y de la formación, característica para las otras escuelas especiales.⁶⁵ Además, el creciente prestigio de la figura del ingeniero y del conocimiento tecnocientífico vinculado estrechamente con ella contribuyeron a que, con el paso del tiempo, entre los aspirantes a ingeniero industrial aparecieran en mayor número los hijos de las familias acomodadas vinculadas a la industria, especialmente en Cataluña.⁶⁶ Por otra parte, los ingenieros industriales, sobre todo aquellos formados en Barcelona, mostraron una preocupación constante -aunque fuese desde una posición paternalista- por las condiciones de vida y por la formación de los obreros y organizaron cursos nocturnos

⁶⁴ Francisco Villacorta Baños, *Profesionales y Burócratas...*, 113-116; Manuel Silva Suárez y Guillermo Lusa Monforte, “Cuerpos facultativos del Estado versus...”, 334-336.

⁶⁵ Sobre la enseñanza industrial en España a mediados del siglo XIX: José Manuel Cano Pavón, *Estado, enseñanza, industrial y capital humano*

⁶⁶ Ramón Garrabou, *Enginyers industrials, modernització...*, 77-78.

para los que quisieran ampliar sus estudios.⁶⁷ Otro rasgo excepcional de la instrucción de los industriales era su cercanía a las facultades de ciencias, percibidas como una molestia por las otras escuelas de ingeniería. Los ingenieros industriales en Barcelona cursaron los primeros años de la carrera en la facultad de ciencias. Esto pudo contribuir a que desarrollaran una mayor conciencia de formar parte de una comunidad científica amplia por una parte, y de su especificidad como *técnicos* por otra, en contraste con el aislamiento combinado con el sentimiento de superioridad científica característico en las escuelas civiles de ingeniería con mayor tradición, la de minas y la de caminos.

Sin embargo, en el último tercio del siglo XIX se fue produciendo un acercamiento entre la formación de los ingenieros industriales y la de los otros ingenieros, eliminándose muchos de los rasgos que originalmente las diferenciaron. Sin la menor duda, los ingenieros industriales compartían las aspiraciones científicas que moldearon las otras carreras de ingeniero en España. La preocupación por una formación más práctica que se planteó a finales del siglo XIX y a principios del XX no les separaba de sus compañeros de las escuelas de ingenieros-funcionarios, sino que les unía a ellos. Tal como ha demostrado Antoni Roca Rosell, bajo ningún concepto debemos entender esta reivindicación finisecular de la formación práctica como la defensa del trabajo manual en el taller, sino como la redefinición del carácter científico hacia unas pautas más conformes con la segunda revolución industrial: el enfoque experimental, el laboratorio.⁶⁸ En este sentido, hay que subrayar que la flexibilidad y la capacidad de innovación de la Escuela de ingenieros industriales fueron notables y los cambios en el sentido definido por los ingenieros críticos con el *status quo* se introdujeron antes que en los otros centros.

A lo largo del siglo XIX se produjeron varios intentos de introducir una formación común para los ingenieros de distintas especialidades.⁶⁹ Estas reformas, analizadas de forma sistemática sobre todo por Manuel Silva, aspiraron a implantar en España un modelo educativo organizado de forma similar al vigente en Francia, donde los aspirantes pasaban primero por la *École Polytechnique* para luego adquirir

⁶⁷ Lusa apunta hacia el provecho que podría suponer cierto nivel de instrucción formal de los obreros para el reconocimiento de los ingenieros tanto entre los trabajadores como ante los ojos de los “industriales”. Guillermo Lusa Monforte, “La Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en...*, vol.5., 371-373.

⁶⁸ Antoni Roca-Rosell, “L’enginyeria de laboratori, un rept de nou-cents”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 1 (1996), 197-240.

⁶⁹ El tema de los intentos de introducir una escuela preparatoria ha sido estudiado sistemáticamente por Manuel Silva Suárez, “Presentación”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en...*, vol.5, 29-52.

formación especializada en una de las escuelas de ingeniería. Es significativo que el primer intento importante se produjera durante el Trienio liberal. Así, en 1821 se diseñó, dentro del Reglamento general de instrucción pública, el proyecto de una Escuela politécnica en la que se formarían alumnos antes de entrar en una de las “escuelas de aplicación”, tanto civiles como militares. Entre estas “escuelas de aplicación” figurarían dos de carácter militar, la de artillería y la de ingenieros; y cuatro civiles: una de minas y otra de canales, puentes y caminos, y por último, una de ingenieros geógrafos y otra de construcción naval. Este proyecto es el que más hubiera acercado el sistema español de formación de ingenieros al modelo francés tal como se había consolidado durante la Revolución francesa y el Imperio de Napoleón I, al unir en un establecimiento de carácter preparatorio a los facultativos civiles y militares, proporcionándoles formación de marcado carácter teórico, con un peso importante de matemáticas puras y de dibujo. Sin embargo, durante el Trienio solo se llegó a reabrir la Escuela de caminos, mientras seguía funcionando la Academia de ingenieros en Alcalá. Al volver a instaurarse el régimen absolutista, no sólo el proyecto de una Politécnica fue enterrado, sino que además se volvieron a cerrar ambos establecimientos de formación de ingenieros, el civil y también – aunque por un tiempo corto - el militar.

El proyecto de una formación común, aunque reducida ya solamente a los ingenieros civiles, volvió a resurgir en 1835. Se trataba de un Colegio científico para los ingenieros unidos en un Cuerpo de ingenieros civiles. Dicho cuerpo estaría compuesto por los ingenieros de minas, los de caminos y por las dos nuevas especialidades: los ingenieros geógrafos y los de bosques. En ese centro los aspirantes cursarían juntos durante dos años las asignaturas que tuvieran en común antes de pasar a formarse en las respectivas escuelas de aplicación, las ya existentes escuelas de caminos y de minas, y otras dos por fundar, una de geógrafos y otra de bosques. La formación común otorgaría de nuevo un peso importante a las matemáticas y al dibujo. Un dato interesante que derivado de la inspiración *polytechnique* es el uso de uniforme previsto para los estudiantes.⁷⁰ Se trata de una pauta que aleja a esta escuela de los establecimientos ilustrados como la escuela de Betancourt o la Academia de Almadén y lo aproxima al modelo de organización y disciplina de los cuerpos facultativos que iba a asentarse en España durante los veinte años siguientes. No obstante, esta reforma –que en su afán de crear un cuerpo único de ingenieros civiles se parece al proyecto josefino mencionado arriba- quedó en papel mojado, y en su lugar se afianzó en España un modelo propio de

⁷⁰ Manuel Silva Suárez, “Presentación”, 35.

formación de ingenieros que consistía en la instrucción separada en las escuelas especiales vinculadas a los organismos administrativos de cada ramo. El grado de consolidación de este modelo queda patente si nos fijamos en la corta vida de instituciones “politécnicas”, incluso cuando las autoridades lograron ponerlas en práctica.

En 1848 se abrió la Escuela preparatoria destinada a los aspirantes a ingenieros de caminos y de minas y a los arquitectos (R.O. de 6 de noviembre 1848), generando gran rechazo entre el profesorado de las escuelas especiales de caminos y de minas, ya consolidadas. Estos temían el empeoramiento del nivel de la educación científica, la reducción de sus competencias y sospechaban que aquella era una de las maneras por las que el gobierno pretendía establecer el control directo sobre las ingenierías limitando su autonomía interna (y con razón, ya que la Preparatoria dependería de la Dirección general de Instrucción pública). En fin, aunque por razones distintas, los dos cuerpos de ingenieros y los arquitectos se unieron en su oposición a la Preparatoria. Los ingenieros de caminos se resistían a perder el control sobre el número de los alumnos y la calidad de su preparación, las bases de su esfuerzo por labrarse un perfil de élite. Los ingenieros de minas y los arquitectos se vieron perjudicados por la falta de aspirantes al preferir éstos la Escuela de caminos. Las razones de tal preferencia consistían en que frente a la profesión de arquitecto, optar por la carrera de ingeniero de caminos proporcionaba la integración en un cuerpo de funcionarios con un salario seguro y fijo, y frente a la minería ofrecía condiciones algo más cómodas de trabajo, ya que no suponía contar con pasar años trabajando en un establecimiento minero, lejos con frecuencia de las zonas urbanas.⁷¹ Asimismo el ingeniero de minas Eugenio Maffei opinaba en 1877 que el tipo de formación proporcionado era más cercano a las materias estudiadas luego en las escuelas de caminos y de arquitectura, mientras los que quisieran convertirse en ingenieros de minas tendrían que “adquirir muchos conocimientos de las ciencias naturales, de las que no se ocupa (la Preparatoria).⁷² El hecho de que los aspirantes a arquitectos e ingenieros de caminos y de minas fueran a cursar dos años en la Preparatoria, conllevó la reorganización de la enseñanza en ambas escuelas especiales.⁷³ Al fijarse la duración de la instrucción en cuatro años, la carrera

⁷¹ Eugenio Maffei, *Centenario de la Escuela de Minas en España, 1777-1877*, M. Tello, Madrid, 1877.

⁷² *Ibidem*.

⁷³ El currículum de la Escuela preparatoria se basaba sobre todo en las materias estudiadas en la Escuela de caminos, así que eran sobre todo los profesores de esta escuela especial los que veían amenazados sus privilegios. Vicente de Garcini, “Reseña histórica de la Escuela de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario, (1899), 3.

íntegra de los ingenieros de caminos y de minas se prolongaba así a seis años. No obstante, cuando en 1855 los que se habían opuesto a estos cambios –incluido el director de la Escuela de caminos Juan Subercase- lograron el apoyo del nuevo gobierno progresista, la Escuela preparatoria fue suprimida y los profesores de las escuelas especiales salieron beneficiados al prolongarse la enseñanza en la Escuela de caminos a seis años y en la Escuela de minas a cinco.⁷⁴ El corporativismo, tan característico para la ingeniería española decimonónica, demostraría por primera vez su fuerza.

La Ley Moyano de 1857 no pretendía fundar una nueva escuela preparatoria, sin embargo, no fue abandonada la idea de que los ingenieros deberían tener una formación científica común antes de especializarse. La solución consistía en obligar a los aspirantes a ingenieros a cursar un año en las facultades de ciencias establecidas por dicha ley en las universidades, antes de que se incorporasen a las escuelas especiales. Esta normativa desató una polémica que -bajo impulsos diversos- pervivió varias décadas, a pesar de que esta parte de la Ley nunca se llevó a la práctica.

⁷⁵ La idea de unificar una parte de la enseñanza resurgió en los años ochenta. En la esfera militar, los ingenieros del Ejército se vieron afectados por la fundación en Toledo de la Academia general militar, destinada a proporcionar formación común de tres años a los futuros oficiales. La Academia de ingenieros se convertía de esta manera en una academia de aplicación organizada en tres cursos, una situación que duró hasta el año 1893, cuando se cerró la Academia general y la Academia de ingenieros volvió a encargarse de la formación superior de ingenieros militares en su totalidad.

En cuanto a la ingeniería civil, en 1886 se abrió la Escuela general preparatoria de ingenieros y arquitectos -llamada también la escuela politécnica-,

⁷⁴ Real Decreto de 10 de agosto 1855 y Real Decreto de 31 de agosto 1855. Información detallada sobre su contenido en Vicente de Garcini, “Reseña histórica de la Escuela de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario (1899). Para minas: Luis Mansilla Plaza y Rafael Sumozas García-Pardo, “La ingeniería de minas: de Almadén...”, 98.

⁷⁵ Mariano Hormigón, “Las matemáticas en España...”, 254; Santiago Germa, “Cultura matemática en la España”, 114-115; Elena Ausejo, “La enseñanza de las ciencias exactas...” En dicho debate se puede entrever la pugna por la representación de la ciencia entre los ingenieros y los científicos universitarios, como también las luchas por la defensa del “terreno” propio: los ingenieros, sobre todo los de caminos, mantenían que la enseñanza de matemáticas en las facultades de ciencias eran de baja calidad, una acusación que podría esconder el miedo a perder la posición destacada de la Escuela de caminos en la enseñanza superior de matemáticas. En la práctica, los profesores de la Escuela de caminos boicotearon los certificados de formación expedidos por estas facultades. Por otra parte, los matemáticos y otros científicos de las facultades, en una posición todavía precaria, querían consolidar su propio campo de acción, presionando para que los ingenieros tuvieran que cursar los primeros años de la carrera en estas facultades o en una Preparatoria, vinculada a éstas. La rivalidad entre las facultades de ciencias y las escuelas especiales no se superó del todo al avanzar el siglo, aunque se estableciera una colaboración satisfactoria a nivel individual al reunirse los científicos en prestigiosas instituciones, tanto públicas como privadas, como la Real Academia de ciencias exactas, físicas y naturales o el Ateneo.

estableciéndose la duración de la formación común en tres años. Esta vez la formación estaba destinada a todas las ingenierías civiles existentes en el momento en España, además de los arquitectos. No obstante, al igual que en los años cuarenta, la Preparatoria funcionó únicamente algunos años hasta que fue suprimida definitivamente en 1892. Los distintos frentes de la oposición a este establecimiento fueron analizados por Manuel Silva. A Guillermo Lusa le debemos una investigación detallada de la oposición generada por las consecuencias que para la Escuela de ingenieros industriales barcelonesa iba a tener la fundación en Madrid de una preparatoria obligatoria para todas las ingenierías civiles.⁷⁶ Resumamos aquí en líneas generales los motivos principales de resistencia. Los ingenieros agrónomos, de montes e incluso los de minas se quejaron de la omisión de las ciencias naturales entre las materias estudiadas en la Preparatoria, cuyo plan de estudios fue diseñado -dentro de la tradición- con un sesgo matemático evidente. Por otra parte, Manuel Silva señala el hecho de que las escuelas especiales no estaban dispuestas de “soltar” la enseñanza de algunas materias que consideraban emblemáticas.⁷⁷ Además, los alumnos de la Preparatoria podían escoger entre cualquiera de las escuelas especiales. Esta alteración del funcionamiento de estas escuelas generó una gran crítica entre los ingenieros de distintas especialidades, por razones distintas. Mientras los ingenieros de montes y los agrónomos se vieron perjudicados al disminuir radicalmente el número de alumnos interesados en entrar en sus respectivas escuelas especiales, los ingenieros de caminos tuvieron que hacer frente a un fenómeno exactamente opuesto: un flujo sin precedentes de alumnos en su escuela. Desplegando los argumentos de siempre, tan orgullosos de su disciplina y tan celosos en la defensa de su exclusividad, los ingenieros de caminos no vieron con buenos ojos este aumento que invitaba a replantear el objetivo de la Escuela de caminos desde un establecimiento destinado a nutrir un cuerpo de funcionarios hacia un centro de formación de profesionales.⁷⁸ Entre los ingenieros industriales las actitudes variaron hasta polarizarse, liderando la oposición la asociación barcelonesa y la escuela en la misma ciudad, el único centro de formación de los ingenieros industriales que estaba en funcionamiento en la España de aquella época.⁷⁹

⁷⁶ Manuel Silva Suárez, “Presentación”, Guillermo Lusa Monforte, “¡Todos a Madrid!...”.

⁷⁷ Manuel Silva Suárez, “Presentación”, 48.

⁷⁸ Para estas reacciones, véase por ej. Vicente Garcini, “Reseña histórica de la Escuela de Ingenieros de caminos y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario, 1899, 18-29; Rogelio de Inchaurreandieta, “Escuela de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario (1899), 1-3.

⁷⁹ Esta actitud no pasó desapercibida en aquella época en la que existía un convencimiento general de que en España se necesitarían más ingenieros. La paradoja llamó la atención de muchos y surgieron

Después de unos años, la politécnica fue clausurada. No obstante, sería un error interpretar los años de su existencia como un rotundo fracaso pues, a pesar de haber funcionado menos de una década, este establecimiento desempeñó un papel importante, ya que rompió la separación estricta de los cuerpos que se había establecido a lo largo del siglo, moderó la mentalidad corporativa de los ingenieros y facilitó el intercambio de conocimientos entre profesiones y la creación de un lenguaje técnico común.⁸⁰ ¿Será casualidad que en 1902 por fin se realizara el proyecto de una asociación general de ingenieros? Además, el cierre de la Preparatoria generó un aumento radical de los alumnos de la Escuela de caminos, triplicándose el número de graduados. Este aumento iba a tener unas consecuencias trascendentales en una de las carreras más privilegiadas: como el Estado no pudo dar empleo a todos los graduados, éstos ofrecieron sus servicios a las empresas o se establecieron por su cuenta como profesionales liberales, lo que contribuiría a reforzar las tendencias finiseculares hacia la redefinición de la ingeniería española como una profesión desvinculada del servicio al Estado.

Habiendo esbozado el cuadro decimonónico de las escuelas de ingeniería,

-con una fuerza sin precedentes que atestigua el creciente alcance e importancia de la opinión pública- voces que criticaron duramente a aquellos que se oponían a la Preparatoria. Las maniobras para lograr su cierre generaron acusaciones de sectarismo corporativo, dirigidas sobre todo hacia los cuerpos de minas y de caminos. Incluso se llegó a plantear que detrás de la oposición a la Preparatoria podrían estar los intereses poco lícitos de los ingenieros que ganaban mucho dinero dando clases en las academias privadas destinadas a preparar a los aspirantes al ingreso en las escuelas especiales. De hecho, una sospecha parecida surgió en varias ocasiones para explicar el boicot tácito o explícito de los profesores de las escuelas especiales a las facultades de ciencias. Manuel Silva Suárez, “Presentación”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en...*, vol.5, 29-52. La oposición desde Barcelona tuvo motivos bien distintos, según las conclusiones de Guillermo Lusa. Era de suponer que la introducción de la obligación de cursar la Preparatoria en Madrid significaría la disminución del interés por los estudios de la ingeniería industrial en Barcelona (lo que fomentaría aun más la competencia por el empleo público y reduciría la conexión con el sector privado). Además, es comprensible que dada la tradición del establecimiento en Barcelona, los aspirantes catalanes, cuyo mercado laboral estaba sobre todo en la ciudad condal, no estaban entusiasmados con la perspectiva de tener que costearse una estancia de tres años en la capital. Las autoridades, puede que reconociendo estos argumentos, puede que por razones presupuestarias, decidieron restablecer los estudios preparatorios para ingenieros industriales (y para los arquitectos) en Barcelona en 1890. La cesión del gobierno en este sentido generó una ruptura entre las dos asociaciones de ingenieros industriales, la de Madrid y la de Barcelona, interpretándola los madrileños como una oportunidad perdida de fomentar el prestigio de la carrera igualándola con las otras ingenierías. Guillermo Lusa Monforte, “¡Todos a Madrid!...”, 3-43 y “Alarma en Barcelona: el traslado a Madrid de la Escuela de Ingenieros Industriales (1881)”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 2 (1997), 119-190.

⁸⁰ Fernando Sáenz Ridruejo, *Los ingenieros de caminos*, 156. Más que del “aislamiento gremial” que utiliza el autor, prefiero hablar de la “mentalidad corporativa”: el cuerpo/la especialidad constituía una fuente de identidad que prevalecía, sin excluirla del todo, sobre la identidad común de ingeniero. Los ingenieros de caminos, más que aislarse (participaron activamente en muchas academias y asociaciones “interdisciplinarias”), habitualmente salían a la palestra para defender lo suyo, demostrando así el espíritu de cuerpo, a veces en detrimento de la causa (por ej. polémica con las Facultades de Ciencias). Testimonio de una cierta superación de divisiones corporativas gracias a la Preparatoria: Vicente Machimbarrena, “La Escuela Politécnica”, *Revista de Obras Públicas*, 2418 (1924), 418-420; 2419 (1924), 429-430; 2420 (1925), 55-57.

cabe preguntarse por la selección de los alumnos, en sus aspectos formales e informales. Dado que, salvo las escuelas industriales, los centros de formación de ingenieros fueron diseñados en España para nutrir el servicio al Estado, la selección llevada a cabo a través de las escuelas suponía a la vez crear un perfil particular de los empleados públicos. Una de las características clave de la administración moderna frente a las instituciones del Antiguo Régimen es, según Max Weber, el acceso a la función pública a través de una prueba objetiva e imparcial. En este sentido, la función técnica era una de las pioneras dentro de la Administración española. La selección y la incorporación del personal se producían a través del sistema escolar, que incluía todo tipo de pruebas, empezando por un examen de entrada y seguido por el período de formación, durante el que los aspirantes eran evaluados periódicamente, exponiéndose a la repetición del curso o a la expulsión si fracasaban. Esta manera de proceder, definida por los ingenieros como de “rigorosa justicia” y “severa imparcialidad”,⁸¹ contrastaba con la norma en la época, que consistía en el nombramiento de funcionarios por voluntad política, basándose en la lealtad personal del funcionario hacia el cargo político del turno y en criterios como la consolidación y el mantenimiento de redes clientelares o la satisfacción de intereses políticos, económicos e incluso familiares.⁸²

Max Weber interpreta la introducción de los mecanismos de selección como el examen, la oposición o el título escolar como un aspecto del proceso de *racionalización* del gobierno con el objetivo de contar, como funcionarios, con individuos funcionales y objetivos, excluyendo de su trabajo todas las emociones y elementos irracionales.⁸³ Esta visión se ha visto cuestionada en las últimas décadas por los sociólogos y por los historiadores. Además de argumentar que las escuelas cumplen el papel de reproducción y de legitimación del orden social, Pierre Bourdieu señala los componentes mágicos de las operaciones burocráticas -como la expedición de un título- a través de las que el Estado ejerce el monopolio de la violencia simbólica, consagrando a algunos en una posición privilegiada y condenando a otros a la privación de ella. Asimismo alude Bourdieu a toda una serie de prácticas que constituyen los momentos del ritual de institución: “*la sélection est aussi 'élection', l'examen 'épreuve', la formation 'ascèse', l'isolement retraite initiatique et la compétence technique*

⁸¹ “Cuerpo de Ingenieros de caminos, canales, puertos y faros”, *Revista de Obras Públicas*, 23 (1856), 266 y 267.

⁸² Sobre este tema, véase por ejemplo: Francisco Villacorta Baños, *Profesionales y Burócratas...; Estado* 57-60; Juan Pro Ruiz, “La formación de la clase política liberal en España (1833-1868)”, *Historia contemporánea*, 23 (2001), 445-482.

⁸³ Max Weber, *Economía y Sociedad*..., 732.

qualification charismatique".⁸⁴ A través de este ritual el sistema escolar al servicio del Estado consigue moldear a las élites para que "vivan el privilegio como un deber, como un servicio público", asemejándose a los grupos privilegiados del Antiguo Régimen, como la nobleza.⁸⁵ El término *noblesse d'État*, que introduce Bourdieu en su análisis de las *grandes écoles* francesas en la segunda mitad del siglo XX (para indicar que el paso por un sistema escolar se convierte en una nueva manera de construir, reproducir y legitimar jerarquías sociales) resulta útil para caracterizar la posición que alcanzaron los cuerpos de ingenieros españoles, sobre todo los ingenieros de caminos, de minas y de montes, en la segunda mitad del siglo XIX.

El examen de entrada a las escuelas especiales no constituía la única condición que había que cumplir para aspirar a ser ingeniero. Existía una serie de criterios previos implícitos y explícitos que constituían un marco de preselección de los candidatos y que contribuían a crear un perfil de ingeniero adecuado, conforme con las aspiraciones a la legitimidad social y con las nociones asociadas con el hombre de élite. La normativa legal explicitaba una serie de condiciones para poder acceder a las escuelas especiales, que variaron ligeramente a lo largo del siglo XIX. El sexo adecuado era la condición fundamental para poder presentarse al examen de entrada en las escuelas especiales, tan obvia que a veces no se consideraba necesario ni hacerla explícita en los reglamentos. Dado que la exclusión de las mujeres de la profesión de ingeniero está tratada con detalle en varios capítulos de este trabajo, en este punto subrayamos la exclusión de las mujeres del acceso a la formación superior y a la función pública. No se trata de una "discriminación" residual, una pequeña incongruencia en el discurso meritocrático de los liberales decimonónicos, sino que constituye un punto clave de la ruptura con el Antiguo Régimen (en el que la sangre primaba ocasionalmente sobre el sexo) y la piedra angular de la construcción de un nuevo sistema de legitimidad. Es uno de los elementos fundamentales de dos procesos: la configuración de las profesiones de élite en los siglos XVII- XIX y la construcción del Estado liberal como aparato impersonal frente a los lazos de sangre y de la lealtad personal del Antiguo Régimen. Se inscribe dentro de la división simbólica del mundo en dicotomías -cargadas de significados de *género*- como la razón *versus* los

⁸⁴ Pierre Bourdieu, *La noblesse d'État. Grandes écoles et esprit de corps*, Les Éditions de Minuit, París, 1989, 140.

⁸⁵ R. H. Wilkinson, "The Gentleman Ideal and the Maintenance of a Political Elite, Two Case Studies: Confucian Education in the Tang, Sung, Ming and Ching Dynasties and the Late Victorian Public Schools, 1879-1914", en P. W. Musgrave (ed.), *Sociology, History and Education*, Methuen, Londres, 1970, 130. Citado por Pierre Bourdieu, *La noblesse d'État...*, 142.

sentimientos, la objetividad vis á vis la subjetividad, lo público frente a lo privado, lo profesional contra lo *amateur*.

Ser español era imprescindible para poder convertirse en ingeniero-funcionario, los aspirantes a ingeniero militar deberían incluso demostrar la nacionalidad española de su padre.⁸⁶ Sin embargo parece que esta condición no se consideraba imprescindible para estudiar en las escuelas especiales de carácter civil. Según se deduce de las listas de promociones, no había apenas alumnos extranjeros *internos* en los centros, salvo casos excepcionales.⁸⁷ Como los alumnos *externos* o *libres* a los que estaba permitido asistir a clases y someterse a los exámenes no figuraban en las promociones, es difícil estimar cuántos alumnos extranjeros cursaron los estudios en las escuelas especiales de ingeniería de esta manera, pero los indicios permiten afirmar que no había un impedimento para que así lo hicieran.

La edad mínima era una condición que aparecía desde la fundación de los primeros centros de instrucción de ingenieros, aunque varió mucho a lo largo del siglo XIX. Esta medida aseguraba, entre otras cosas, que al terminar los estudios los ingenieros serían lo suficientemente maduros como para desempeñar sus cargos en las provincias, una tarea que incluía dirigir el trabajo de numerosas personas, lo que requería cierta autoridad difícilmente disponible a una edad demasiado corta.⁸⁸ Por otra parte, la edad máxima, establecida en algunos reglamentos, permitía que los aspirantes fueran hombres jóvenes, moldeables, sin experiencia profesional ni lealtades profesionales alternativas. Esto facilitaba el esfuerzo de someterles a una disciplina

⁸⁶ *Reglamento para la Academia especial del Arma de Ingenieros*, Imprenta del Memorial de Ingenieros, Madrid, 1859.

⁸⁷ En la lista de los graduados a lo largo del siglo XIX, elaborada a partir del material de archivo por Fernando Sáenz Ridruejo y publicada en Anejo 1.1 y 1.2 de Fernando Sáenz Ridruejo, *Ingenieros de Caminos del siglo XIX*, 361-378, he encontrado a dos ingenieros nacidos en las antiguas colonias después de su independencia de España, uno en Perú y otro en México. No obstante, al no tener más datos, no puedo asegurar que se trataba de ciudadanos de estos países y parece más probable que fueran españoles cuando estudiaron en la Escuela. Es significativo que el ingeniero nacido en México se incorporó al Cuerpo español y permaneció allí hasta su jubilación. Me inclino a creer que salvo excepciones, los extranjeros estudiaron en el régimen de estudiantes *libres* o *externos*. No obstante, aparecen incluso casos de estudiantes extranjeros incluidos en las promociones anuales, sin poder – obviamente – incorporarse al Cuerpo. Según se desprende de los datos proporcionados por la *Revista de Obras Públicas*, los estudiantes extranjeros podían estar incluidos en las promociones anuales, lo que correspondería al régimen del alumno interno: “el alumno Ricardo Sarriá, que igualmente ha ganado curso, no puede ser nombrado aspirante segundo por no tener la cualidad de español, se le conserva el número 7 que ha obtenido entre los de su promoción, puesto que ha sido autorizado para continuar la carrera”. A. Monterde, “Noticias varias”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1863), 15.

⁸⁸ La edad mínima solía situarse en los 16 o 17 años, y la edad máxima, cuando la hubo, entre los 25-27. No obstante, al menos en la Escuela de caminos, según Garcini, “la fijación del límite mínimo en la edad no ha sido jamás eficaz, y entonces y hoy se alcanza de la superioridad *dispensa* en virtud de la cual resulta inútil esta limitación”. Vicente de Garcini, “Reseña histórica de la Escuela de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario (1899), 8.

férrea para forjar en ellos el espíritu del cuerpo y conseguir que la calidad de ingeniero ocupase una posición importante entre sus múltiples identidades.⁸⁹ Sin embargo, este límite máximo no suponía un obstáculo permanente al estar vigente únicamente en algunos períodos del siglo XIX. A partir de la liberalización de la carrera de ingeniero y la desvinculación del título de ingeniero de la función pública fueron en aumento los casos de profesionales reconocidos en otros ámbitos que completaron su formación en las escuelas especiales de ingeniería.⁹⁰

La siguiente condición de admisión, la de ser “robusto y sano”,⁹¹ impedía el acceso a las personas enfermas o con discapacidad. Esta restricción pudo haber sido introducida como reacción a varios casos que se dieron en las escuelas especiales de alumnos que tuvieron que interrumpir los estudios por su delicada salud (quebrantada ya antes de su admisión en el centro). Asimismo, hubo casos de ingenieros que por la misma razón no eran capaces de desempeñar su trabajo en las provincias y tuvieron que ser “recolocados” como profesores.⁹² La exigencia de la robustez y buena salud también permitía reforzar la imagen del ingeniero como el hombre del futuro, como ejemplo de la nueva masculinidad dominante, combinación de la fuerza del saber científico con la perfección física que reflejara el vigor y la capacidad.⁹³ La conexión entre el aspecto físico y la moral, la creencia de que la maldad queda reflejada en el cuerpo, es muy antigua.⁹⁴ Además, no hay que olvidar que estas creencias se disfrazaron tras el ropaje

⁸⁹ El afán de moldear a los alumnos para forjar en ellos el espíritu del cuerpo y reforzar las características del funcionario modélico está claramente expresado por profesores de las escuelas especiales en numerosas ocasiones. Véase por ejemplo el artículo escrito por el director de la Escuela, Rogelio de Inchaurrendieta, “Escuela de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario (1899), 1. Para la Escuela de montes: “Testamento forestal de Bernardo de la Torre Rojas, fundador y primer director de la Escuela de ingenieros de montes (1866)”, en Erich Bauer Manderscheid, *Los montes de España en la Historia...*, 524.

⁹⁰ Este fue, por ejemplo, el caso de Esteban Terradas, científico catalán, físico, matemático, profesor universitario y director de empresas públicas y privadas, quien, a sus 35 años, se graduó en dos convocatorias en la Escuela (1918). Antoni Roca Rosell, *Esteban Terradas*, Fundación Banco Exterior, Madrid, 1991, 16.

⁹¹ Vicente de Garcini, “Reseña histórica de la Escuela de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario (1899), 5. Garcini cita el real decreto del 11 de enero 1849: “siendo además de complexión sana y robusta y sin defecto físico que les impida ocuparse en el servicio de las obras públicas”. Unas exigencias semejantes se establecen también el reglamento del cuerpo de minas promulgado por el real decreto del 31 de julio 1849. En caso del cuerpo de montes, este tipo de preocupaciones fueron asimismo expresadas por el “padre fundador”, Bernardo de la Torre: “Testamento forestal de Bernardo de la Torre...”, 524 y también Erich Bauer Manderscheid, *Los montes de España en la Historia...*, 256-257.

⁹² “Necrología”, *Revista de Obras Públicas*, 24, (1857), 279; “Necrología”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1860), 9-11.

⁹³ Sobre la importancia de la capacidad física en el discurso liberal, véase por ejemplo Gaetano Bonetta, *Corpo e nazione: L'educazione ginnastica, igienica e sessuale nell'Italia liberale*, F. Angeli, Milán, 1990.

⁹⁴ Basta con recordar las creencias de que el enano siempre era retorcido, el jorobado malicioso y la vieja verrugosa una bruja, mientras que la belleza constituía un signo de bondad.

científico en la segunda mitad del XIX, precisamente cuando estaban vigentes las condiciones de admisión mencionadas.⁹⁵ Además, estas “ciencias” estaban estrechamente vinculadas con las teorías de raza en todos sus aspectos, incluidas las interpretaciones “racistas” de la pobreza. Según éstas, la gente pobre constituía un ejemplo de la degeneración racial, lo que quedaba patente en su físico: raquitismo, estatura baja, malformaciones, etc. De este modo el discurso positivista superaba la paradoja de la perpetuación de las desigualdades sociales extremas en un sistema que reivindicaba la igualdad de todos los ciudadanos, atribuyendo a los pobres la culpa de su estado, o por lo menos presentando como inevitable su condición.⁹⁶ A su vez legitimaba el liderazgo de la élite establecida, al interpretar su posición aventajada en términos de una superioridad *natural*.⁹⁷

En este contexto hay que entender la exigencia de ser robusto y sano para poder optar a ser ingeniero. El ingeniero dirigía el trabajo de los subordinados e incluso de los presos destinados a las obras públicas, en su mayoría gente pobre. Tanto entonces como hoy en día se puede observar en los países con diferencias sociales pronunciadas la diferencia de estatura y de robustez entre los jóvenes de familias pobres y de las acomodadas, debido a las carencias alimentarias de aquellos durante su infancia. El físico del ingeniero decimonónico español debía confirmar su autoridad y su capacidad de liderazgo frente a sus subordinados. En su “testamento”, el fundador de la Escuela de montes Bernardo de la Torre vinculaba expresamente la fortaleza física con la necesidad de impresionar a los subordinados:

“Mucho valieron estos hábitos de duro entrenamiento a nuestros primeros ingenieros, pues cuando esperaban ver en los distritos unos niños flojos, endeble, criados en Madrid, se encontraron con unos jóvenes tan fuertes que no podían seguirles en su marcha, a pie por los montes, ni aun los guardas más robustos y andadores. Era esta la única cualidad que podía obrar sobre la imaginación de aquellas gentes y bajo este punto de vista es menester convenir en que no se había perdido el tiempo.”⁹⁸

⁹⁵ Me refiero al gran interés que suscitaron las disciplinas (pseudo) científicas como fisiognomía y frenología aplicadas entre otros ámbitos en la criminología positivista. Estas disciplinas predicaban que existía una relación entre los rasgos faciales o características físicas (la forma de la cabeza en caso de la frenología) de una persona y sus tendencias criminales, estableciendo en la práctica un vínculo entre fealdad y malformación y las tendencias criminales.

⁹⁶ Encontramos ejemplos de la culpabilización de los pobres también antes del positivismo, un ejemplo de este razonamiento en Ramón de Campoamor, *Polémicas con la Democracia, a propósito de la fórmula del Progreso de D. Emilio Castelar. Refutación del credo democrático, etc., etc.*, Madrid 1873, 20 y 91, citado en José María Jover Zamora, *Política, democracia y humanismo popular en la España del siglo XIX*, Ediciones Turner, Madrid, 1976, 242-244.

⁹⁷ El discurso de la fuerza física era compartido y utilizado en la dirección contraria por el movimiento obrero que contraponía la salud y la fuerza física de las personas que trabajan manualmente frente a la debilidad, degeneración y la consecuente corrupción moral de las “clases ociosas”, de los “explotadores”.

⁹⁸ Erich Bauer Manderscheid, *Los montes de España en la Historia*, Servicio de Publicaciones Agrarias y Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid, 1991, 524.

Además, el uso del uniforme ayudaba a subrayar los rasgos deseables de la masculinidad hegemónica, reforzando la imagen de la autoridad y del dominio.⁹⁹ En total, la impresión física contribuía al reconocimiento del ingeniero como miembro de la élite, de las “clases dirigentes” destinadas a mandar.

La moral intachable era otra de las condiciones de ingreso establecidas por algunas escuelas de ingeniería.¹⁰⁰ Como no había criterios concretos para medir la “intachabilidad” de la moral del candidato, esta condición puede traducirse como buena reputación, es decir el conformismo del candidato con las normas sociales establecidas, la no-trasgresión.¹⁰¹ En la Academia de ingenieros del Ejército se exigía a los alumnos para este propósito el certificado de buenas costumbres expedido por el cura párroco. Además, en el ejército –con una larga tradición de dinastías militares y de creencias sobre la transmisión del genio marcial de padres a hijos- estaban vigentes normas dispuestas a estigmatizar al individuo por el comportamiento ajeno, ya que los aspirantes también tenían que presentar un informe judicial para demostrar que toda la familia del aspirante “era honrada sin difamación”.¹⁰² Este tipo de condiciones probablemente figuraba en los reglamentos como herramienta para salvaguardar el “honor del cuerpo”,¹⁰³ protegiéndolo de aspirantes indeseables por su conexión personal o familiar con asuntos criminales, por convicciones o actuaciones políticas, por su inconformismo religioso manifiesto o por su vida licenciosa. En este contexto resulta significativo llamar la atención sobre los casos de dichos comportamientos que se dieron entre los mismos ingenieros. Las convicciones políticas radicales y la participación en sublevaciones y movimientos revolucionarios eran algo bastante

⁹⁹ El ingeniero como modelo de la masculinidad dominante, con énfasis en el físico imponente aparece en la novela de la época, *Doña Perfecta*, de B. Pérez Galdós. El personaje del ingeniero Pepe Rey es todo un *superhombre moderno*. Es robusto, “herculáneo”, de cuerpo sano, joven, inteligente, con la fuerza física y el poder creador. Encarna la Inteligencia y la Fuerza. Aunque no lleve uniforme, parece militar. Asimismo es el modelo del ideal racial, vinculado en España con la clase alta (pelo rubio, piel clara, estatura alta): Pepe era “rubio de cabello y de barba, como estatua...rostro con viveza, no con la imperturbabilidad de los sajones”. Benito Pérez Galdós, *Doña Perfecta*, Cátedra, Madrid, 1982, 90 (y otras páginas del libro). (primera edición 1876)

¹⁰⁰ Reglamento del 11 de septiembre de 1865 en Vicente de Garcini, “Reseña histórica de la Escuela de Ingenieros de caminos y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario (1899), 7-8.

¹⁰¹ Ollero Vallés cita el informe del gobernador civil de Madrid que proporcionó Sagasta para la solicitud de la admisión a la escuela de caminos. En el informe se especificaba que Sagasta “parece ser sujeto recomendable por su conducta moral y política.” *AECM*, Expediente personal de ingreso. Práxedes Mateo Sagasta, citado en José Luis Ollero Vallés, *Sagasta. De conspirador a gobernante*, Marcial Pons/Fundación Práxedes Mateo-Sagasta, Madrid, 2006, 74.

¹⁰² *Reglamento para la Academia especial del Arma*..., 1859.

¹⁰³ Artículo 85 de Reglamento del cuerpo de caminos de 1863, “Reglamento del Cuerpo de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, 22 (1863), 257-27. El hincapié en el honor es otra de las características que vinculaba los cuerpos de ingenieros-funcionarios con los militares.

frecuente entre los ingenieros a lo largo del siglo. Frente al declarado carácter apolítico o suprapartidista de los cuerpos, numerosos ingenieros se implicaron activamente en los partidos políticos de orientación más diversa, desempeñando cargos de importancia (siendo el ingeniero de caminos Práxedes Sagasta el que alcanzó la posición más elevada al convertirse varias veces en presidente del Gobierno).¹⁰⁴

No obstante, hubo entre los ingenieros otros casos de trasgresión de normas, concretamente hechos hoy en día clasificados como delitos económicos. Si no nos dejamos cegar por el discurso del servicio desinteresado a la patria y de la honradez intachable, no resultará sorprendente que se dieran estos casos entre los ingenieros, funcionarios que decidían sobre proyectos, contrataciones y subvenciones, que manejaban sumas importantes de dinero, y cuyos sueldos apenas habían sido actualizados desde la creación de los cuerpos.¹⁰⁵ Teniendo en cuenta las oportunidades que ofrecía la Administración para los que quisieran enriquecerse ilícitamente, hubo relativamente pocos escándalos vinculados con el desempeño del cargo y los cuerpos de ingenieros gozaban de buena reputación en este aspecto. El caso más famoso es de Agustín Marcoartú, alto cargo en el cuerpo de caminos – procesado a mediados de los años cincuenta en un procedimiento penal y expulsado del Cuerpo por colaborar con contratistas en falsificar las certificaciones de gastos en la obra (contratistas que llegaron a cobrar sumas importantes por obras inexistentes). Si bien es cierto que el caso de un ingeniero en activo procesado por delitos económicos fue excepcional, en cuanto a la corrupción extendida en la vida política, los políticos-ingenieros no se mostraron especialmente resistentes a las prácticas habituales. Antes de sacar conclusiones, los investigadores deberán responder a la cuestión de ¿hasta qué punto estaban dispuestos los ingenieros a cubrir las espaldas de sus compañeros y tapar este tipo de prácticas?

Volviendo al tema de las limitaciones explícitas, retomemos la cuestión de la prueba de acceso como condición para poder formarse como ingeniero en las escuelas especiales. Incluso antes de que se establecieran estas escuelas, se exigían unos conocimientos previos de tipo concreto y de cierto nivel para poder entrar en los cuerpos de ingenieros. Los aspirantes deberían demostrar estos conocimientos

¹⁰⁴ José Luis Ollero Vallés, *Sagasta. De conspirador a...*. Sagasta es también un ejemplo de trasgresión en su vida personal: cuando servía en su primer destino en Zamora, se enamoró de una joven perteneciente a una familia local acaudalada. Sagasta dejó embarazada a la mujer, casada con un militar, y se convirtieron en pareja de hecho a lo largo de treinta años hasta que pudieron formalizar su situación. Esta historia no sólo permite entrever la humanidad detrás de la estatua de mármol del ingeniero modélico, sino que manifiesta una flexibilidad inesperada en una época de convenciones rígidas.

¹⁰⁵ *Presupuestos del Estado*, compárense como ejemplo los años 1837 y 1900.

proporcionando un diploma que certificara su formación en una institución de enseñanza apropiada (en algunos años se trataba por ejemplo del Bachiller en Artes) y/o a través de un examen delante de una comisión. En algunas de las escuelas especiales se introdujo la selección por medio de una prueba de acceso uniforme, cuya fecha y contenidos se anunciaban en la prensa. El rasgo fundamental de la prueba que tenían que superar los aspirantes a ingenieros-funcionarios y de su formación en general fue, tanto en caso español como en el caso de Francia, el peso decisivo de las matemáticas.

Los exámenes de acceso manifiestan que los ingenieros civiles españoles interiorizaron plenamente -de forma parecida a sus homólogos franceses- el *ideal analítico*: una visión del trabajo de ingeniero como prácticas de estudio, diseño y aplicación derivadas de la teoría.¹⁰⁶ En los aspirantes, el conocimiento empírico y la experiencia práctica se valoraban poco, mientras la formación teórica se consideraba imprescindible.¹⁰⁷ La única parte de los exámenes que podría considerarse práctica, era la prueba de conocimiento de idiomas (francés, inglés o alemán dependiendo de escuela y de la época¹⁰⁸), ya que consistía en la traducción de textos, una habilidad que puede adquirirse a través de la práctica. Sin embargo, incluso en este caso el propósito de la prueba consistía en comprobar si los estudiantes serían capaces de leer libros y artículos científicos en dichos idiomas. El énfasis en el conocimiento teórico frente a la infravaloración de las habilidades prácticas formaba parte del esfuerzo por elevar la ingeniería al nivel de ciencia y de este modo reafirmar la posición de los ingenieros entre la élite a través del discurso científico.¹⁰⁹

¹⁰⁶ Por ejemplo, para ingresar a la Escuela de minas en 1835 había que demostrar mediante certificados haber cursado aritmética, álgebra, geometría, trigonometría, elementos de física experimental y de química general, etc., y examinarse de dichas materias delante de los profesores de la Escuela de minas. Además era imprescindible tener unos conocimientos de francés que permitieran leer los textos científicos extranjeros utilizados en la enseñanza. Luis Mansilla Plaza y Rafael Sumozas García-Pardo, “La ingeniería de minas: de Almadén...”, 95. Cuando se volvió a abrir la Escuela de caminos en 1834, en el temario para los exámenes dominaban de nuevo las matemáticas; en condiciones de empate tenían precedencia los aspirantes que supieran traducir el inglés y/o el francés y que hubiesen estudiado dibujo, física experimental, química y mineralogía. Las actas de la Junta de Estudios de 1844 hablan de aprobar las pruebas de matemáticas, dibujo y traducción de textos del francés (Reproducción del Acta, en María Luisa Ruiz Bedia, “Sagasta, el trabajo de ingeniero...”, 91). Para los ingenieros militares, la exigencia en cuanto a los conocimientos previos en matemáticas aumentó en 1870: José Ignacio Muro Morales, “Ingenieros militares: la formación...”, 608.

¹⁰⁷ En los períodos en los que no funcionaba la Escuela de caminos, la experiencia en las obras era valorada en los candidatos a ingeniero. En concreto, se buscaba experiencia en la misma o parecida posición de mando que uno iba a desempeñar como ingeniero de caminos.

¹⁰⁸ Mientras el francés y el alemán suelen relacionarse con los modelos extranjeros de las escuelas especiales españolas, la demanda del inglés confirma -según mi opinión- la creciente apreciación en España de la tecnología y la ciencia inglesas gracias a la revolución industrial.

¹⁰⁹ La dificultad de las pruebas de acceso queda evidente al contemplar los datos de la Escuela de caminos los años 1834-1868, cuando solo 43% de los aspirantes lograron aprobar. Analizando estos datos hay que tener en cuenta que el número de las plazas variaba, dependiendo de las necesidades del Cuerpo. Reseña Histórica, referencia bibliográfica en Javier Fornieles Alcáraz, *Trayectoria de un*

La formación previa requerida para superar las pruebas de acceso a las escuelas especiales estaba a disposición de unos pocos en el siglo XIX, lo que suponía una restricción adicional al acceso a los cuerpos. A lo largo del siglo XIX, el acceso a una enseñanza de calidad estaba muy limitado en España, aunque en los últimos treinta años del siglo se puede hablar de cierta democratización de la enseñanza.¹¹⁰ Disponer de recursos abundantes resultaba imprescindible para la familia del futuro ingeniero, tanto para proporcionarle al joven candidato cierto nivel de conocimientos, como también para mantenerle durante sus estudios. En cualquier caso, escaseaban los centros que ofrecieran formación de alto nivel en ciencias. Casi siempre se trataba de organismos accesibles casi exclusivamente a los hijos de las familias pudientes, que a su vez eran los únicos que podían permitirse contratar a profesores particulares. Además, las pruebas de acceso a las escuelas especiales de ingeniería eran tan difíciles que los aspirantes dedicaban un año o más para prepararse en academias privadas especializadas antes de presentarse a la convocatoria.¹¹¹ Este largo proceso de formación antes de integrarse en el servicio remunerado del Estado requería una inversión importante por parte del aspirante, algo que se podían permitir únicamente las familias con recursos.¹¹²

Sin embargo, no era el dinero la única condición informal para entrar en las escuelas de ingeniería orientadas a formar empleados del Estado. Los obstáculos para

intelectual de la Restauración: José Echegaray, Publicaciones de Cajalmería, Almería, 1989, 54, nota 12. No obstante, existen también datos distintos; según la Revista de Obras Públicas en los años 1834-1848, salvo 1837 y en 1855 -1856, se presentaron en total 485 y aprobaron 298, lo que supone unos 61%. “Cuerpo de Ingenieros de caminos, canales, puertos y faros”, *Revista de Obras Públicas*, 23 (1856), 266.

¹¹⁰ La inaccesibilidad de la educación secundaria en España en el siglo XIX es notoria. Algunos políticos moderados incluso percibían como indeseable un mayor acceso de las clases populares a la enseñanza secundaria y universitaria. Véanse: Antonio Vinso Frago, *Política y educación en los orígenes de la España contemporánea*, Siglo XXI, Madrid, 1982; Manuel de Puellas Benítez, *Textos Sobre la Educación en España (Siglo XIX)*, Cuadernos de la UNED, Madrid, 1988.

¹¹¹ Amador Montenegro López (ed.), *Memorias de un ingeniero del siglo XIX: Eduardo Cabello Ebrentz*, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1991, 77.

¹¹² En la Restauración se puede apreciar cierta presión por parte de los aspirantes (posiblemente los de familias de clase media) para prevenir el desembolso de cantidades importantes por la preparación en las academias privadas. “Los mismos candidatos, á quines les resultaba costosísima tan larga preparación en Academias particulares, gestionaban sin cesar para que se estudiaran dentro de la Escuela algunas materias, que por otra parte, habían de tener un carácter que no es exclusivamente teórico, y que por más que no sean de aplicación *exclusiva* á la profesión del Ingeniero de Caminos, ha de conocer éste de un modo especial”. Además, debido a la incapacidad de las academias de enseñar bien las materias que necesitaban laboratorios y gabinetes, los alumnos no salían preparados adecuadamente de estos organismos privados. Por eso se propuso establecer en la Escuela un año preparatorio voluntario, en el que se enseñase la mecánica racional, la física, la química y los dibujos topográficos y de adorno, en Vicente de Garcini, “Reseña histórica de la Escuela de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario (1899), 19. Este curso preparatorio estaba previsto en los *Presupuestos del Estado*, año 1880/1.

acceder al conocimiento especializado en ciencias no sólo eran de origen material. Como las ciencias exactas y naturales no ocupaban en la mayor parte del siglo XIX precisamente una posición privilegiada dentro de la enseñanza ni tenían un prestigio social generalizado (como la carrera de Derecho), dependía mucho del ámbito familiar el interés por las matemáticas, física, química, etc. Este ambiente propenso al desarrollo y cultivo de las ciencias explica la presencia significativa entre los alumnos de las escuelas de ingeniería de hijos de militares, arquitectos y médicos entre los ingenieros en la primera mitad del siglo XIX, como también la creación de dinastías de ingenieros a lo largo de toda la época.¹¹³

Hemos constatado la vocación elitista de la mayoría de las escuelas especiales y los métodos introducidos en el proceso de selección para conseguir el perfil adecuado de ingeniero. Miremos ahora la cuestión desde otro punto de vista, preguntándonos quiénes eran aquellos que querían ser ingenieros y lograron entrar en las escuelas, qué les motivaba y qué les disuadía. Empecemos por las posibles motivaciones. En las memorias personales de los ingenieros aparecen a menudo las referencias al interés por las matemáticas y por otras ciencias como factor decisivo que les hizo decantarse por alguna de las carreras de ingeniería.¹¹⁴ Las escuelas de ingeniería eran establecimientos que proporcionaban un alto nivel de formación en ciencias comparado con otras instituciones de la época y por lo tanto suponían una elección lógica para profundizar en este tipo de conocimientos y para convertir la afición en carrera.

El amor por la ciencia no era, sin embargo, la única motivación que llevaba a los jóvenes a gastar tiempo y dinero en una larga preparación para el ingreso en las escuelas especiales. Las diferencias en la demanda por entrar en los distintos establecimientos constituyen un testimonio elocuente en este sentido. Dejando de lado la carrera militar -que tuvo sus propias dinámicas-, podemos constatar que, entre las escuelas civiles, la Escuela de caminos despertaba el mayor interés. Esto quedó patente

¹¹³ Para las dinastías de ingenieros agrónomos: Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología...*, 218-219. Para caminos, véase: “Graduados en la Escuela de Caminos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario, (1899) (páginas sin numerar). La endogamia de estos grupos profesionales también se refleja en los matrimonios que unían las familias de ingenieros. No es de sorprender, debido a que los cuerpos era unos grupos pequeños y unidos. Tanto el éxito profesional, como la interacción social de los ingenieros dependía de una manera importante de las amistades forjadas en las escuelas. Un fenómeno parecido se puede observar entre los altos funcionarios del Estado francés en el siglo XIX, véase Christoph Charle, *Les hauts fonctionnaires en France au XIXe siècle*, 62-66. Para minas: Luis Mansilla Plaza y Rafael Sumozas García-Pardo, “La ingeniería de minas: de Almadén...”, 96.

¹¹⁴ Eduardo Cabello Ebrentz en Amador Montenegro López (ed.), *Memorias de un ingeniero...*, A las inclinaciones personales, en este caso a “la afición a la carreras de las armas” se atribuye el ingreso al cuerpo de ingenieros del Ejército en “El brigadier Don Jorge Molina. Necrología”, *Memorial de Ingenieros*, 6 (1875), 47-52.

de forma clara cuando se puso en marcha la Escuela preparatoria: al tener la posibilidad de elegir entre las distintas escuelas especiales, los alumnos se decantaron masivamente por la de caminos, causando seria falta de aspirantes a los otros centros. Las matemáticas pudieron desempeñar un papel en esta decisión, pues tal como plantearon sus estudios los ingenieros agrónomos y de montes, la formación matemática proporcionada en la preparatoria y la falta, por otra parte, de asignaturas relacionadas con la historia natural, guiaban la atención de los alumnos hacia la carrera más matematizada, la de caminos. Los ingenieros de minas, un cuerpo prestigioso cuya escuela, sin embargo, sufrió constantemente la falta de aspirantes (o de aspirantes adecuadamente preparados), argumentaron que además de otros factores les perjudicaba el hecho de que para ser ingeniero de minas se exigían amplios conocimientos de física y química, además de las matemáticas. De este modo se construía la imagen de la carrera de caminos como más fácil que la de minas.¹¹⁵

Además del perfil científico de cada centro, los aspirantes consideraron, según la opinión de los ingenieros, también razones más pragmáticas. Las escuelas vinculadas a un cuerpo de funcionarios ofrecían potentes alicientes frente a aquellas que no garantizaban el empleo una vez finalizados los estudios. Citemos el ejemplo de un hombre que abandonó la carrera de ingeniero industrial para convertirse en ingeniero de caminos, al no querer constituir una carga para su familia.¹¹⁶ El trabajo asegurado y el prestigio vinculado tradicionalmente con el servicio al Estado inclinaron decididamente la balanza. La organización de los cuerpos facultativos además proporcionaba a los futuros servidores del Estado muchas ventajas frente a otros empleados públicos. Citemos las palabras de la Revista de Obras Públicas que, a pesar de referirse al cuerpo de caminos, son aplicables para otros cuerpos facultativos:

“el aliciente que ofrece el dedicarse á la carrera de Ingeniero de Caminos, y las ventajas que realmente tiene el pertenecer a este Cuerpo, son: el objeto halagüeño y de verdadera utilidad para el país de los trabajos que tienen á su cargo los Ingenieros; la estabilidad que presenta la organización del Cuerpo; la seguridad que todos sus individuos tienen de no verse postergados ó perjudicados por los que tal vez intentarán especular con las intrigas políticas ó con la protección de influencias poderosas para anteponerse a los que más modestos, o menos ambiciosos se limitarán, como sucede, al cumplimiento estricto de sus deberes, oponiéndose á las aspiraciones ilegítimas sin temer los enemigos que pueda crearles esta conducta que exige el verdadero interés de los pueblos.”¹¹⁷

En cuanto al primer punto, los aspirantes a ingeniero de caminos compartían

¹¹⁵ Eugenio Maffei, *Centenario de la Escuela de Minas...*

¹¹⁶ Véase la nota a pie 98 del capítulo *Ingenieros y el cambio político*.

¹¹⁷ “Cuerpo de Ingenieros de caminos, canales, puertos y faros”, *Revista de Obras Públicas*, 23 (1856), 265-270.

esta convicción sobre su contribución al bien común con todas las ingenierías, con o sin cuerpos de funcionarios. Los ingenieros ejercían un trabajo con resultados evidentes, cuyo carácter beneficioso para la patria era objeto de un amplio consenso. El criterio de la utilidad se contraponía implícitamente a la ociosidad de las clases privilegiadas del Antiguo Régimen y de ciertas elites decimonónicas, de las cuales las elites profesionales emergentes o redefinidas se distanciaban simbólicamente, postulando un ideal nuevo de hombre de élite, cuyo liderazgo no se basara en su estatus privilegiado (fuera noble o propietario), sino que estuviera legitimado por su utilidad social a través del dominio de un conocimiento especial.¹¹⁸ Los otros alicientes estaban vinculados con el funcionamiento de los cuerpos facultativos que será analizado en el capítulo *El desempeño profesional*. En este punto es interesante resaltar que la combinación de la estabilidad laboral con la inamovilidad -ambas garantizadas por los reglamentos- constituyeron una excepción dentro de la Administración española de la época y como tal contribuían al atractivo de las carreras facultativas para hombres que buscaban seguridad y buena retribución sin querer comprometer su independencia moral e ideológica.

Entre las escuelas que nutrían los cuerpos facultativos también hubo diferencias. La antigüedad y el prestigio de cada ingeniería contribuyeron a fomentar el interés de los alumnos, aunque no eran omnipotentes, como lo atestiguan los problemas de reclutamiento de la Escuela de minas. En este caso pesaron más las oportunidades laborales, y nada más apetecible que el vasto campo de las obras públicas. La asignación de un sueldo a los alumnos podría ser otro incentivo, por lo que los ingenieros de minas argumentaron a favor de su introducción precisamente como manera de fomentar el atractivo de la carrera. La situación de la escuela en una gran urbe también sirvió de imán, como se puede observar del aumento de interés por entrar cuando algún establecimiento fuera trasladado a Madrid. En conclusión, aparece delante de nosotros una dinámica compleja entre el prestigio de la carrera, su enfoque y dificultad, las facilidades que proporcionaba (situación de la escuela, sueldos para los alumnos etc.) y las posibilidades laborales que prometía.

En cuanto al perfil social de los alumnos, disponemos de varios estudios

¹¹⁸ Los ingenieros compartían este discurso con los profesionales libres. Sobre la ciudadanía política basada en la *capacidad* en vez de fundamentarse exclusivamente en la propiedad, José María Jover, “Situación social y poder político en España de Isabel II” en *Política, diplomacia y humanismo popular*, Turner, Madrid, 1976. Para lo específico de su posición y las distintas interpretaciones que los ingenieros hacían de ella, véase por ejemplo Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología...*, 219-222.

realizados por los historiadores que se dedicaron a analizar las distintas ingenierías. Fernando Sáenz Ridruejo realizó un estudio exhaustivo de la procedencia geográfica y el origen familiar de los alumnos de la Escuela de caminos, concluyendo que mientras los hijos de militares, funcionarios y empleados de la Corte siempre constituyeron un porcentaje notable, en el último tercio del siglo XIX creció de forma importante la presencia de los vástagos de las élites políticas y de las familias acomodadas procedentes de zonas de mayor pujanza industrial. Asimismo observa una ampliación moderada de extracción del alumnado tanto hacia las clases medias bajas como hacia las clases altas.¹¹⁹ Juan Pan-Montojo ha destacado para la Escuela general de Agricultura que “a partir de 1874 los apellidos de las familias de las elites terratenientes y políticas llegaron a ser cada vez más numerosos entre los estudiantes”.¹²⁰ Jordi Cartaña i Pinén apunta directamente hacia un elitismo consciente y programado que subyacía en la división de la formación facultativa en distintos niveles: desde el nivel más práctico considerado apto para personas de clase “baja” acostumbradas al trabajo manual en condiciones difíciles, hasta el de ingeniero, el más teórico y *científico*, destinado a los hombres de familias acomodadas y al que los trabajadores manuales no deberían acceder.¹²¹ Además de otras preocupaciones, los hombres de élite no dudaron en hacer explícito su miedo -disfrazado habitualmente de sorna- a que los conocimientos científicos dotasen a los hombres de origen pobre de una autoconfianza que les permitiese plantar cara a los que se creían destinados a mandar. Como demuestran las investigaciones de Ramón Garrabou y de Guillermo Lusa, la Escuela de ingenieros industriales de Barcelona constituyó en sus comienzos una excepción al reclutar alumnos entre los hijos de los artesanos, pero este vehículo de promoción social pronto vio entorpecido su funcionamiento, conforme se fue consolidando el estatus de los ingenieros y las clases pudientes catalanas empezaron a mostrar interés por el establecimiento, enviando allí a sus hijos.¹²² En general se puede afirmar que mientras los hijos de empleados públicos y profesionales liberales siempre constituyeron un porcentaje importante del alumnado en las escuelas de ingeniería, en el último tercio del siglo se observa el interés de las clases medias-altas vinculadas con los campos de acción de las respectivas ingenierías. Entre los alumnos de la escuela destinada a formar

¹¹⁹ Fernando Sáenz Ridruejo, *Los ingenieros de caminos del siglo XIX*, 7-10.

¹²⁰ Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología*, 104-105.

¹²¹ Jordi Cartaña i Pinén, “Ingeniería agronómica y modernización...”, 461-462. Algunas citas expresan preocupación por no mezclar personas de distinto origen social y por no acostumbrar a los hijos de labradores a una vida más cómoda.

¹²² Ramón Garrabou, *Enginyers industrials, modernització...*, 75-78.

ingenieros agrónomos empezaron a aparecer en mayor número los hijos de los terratenientes, en las escuelas de caminos y de industriales ingresarían los hijos de los industriales y comerciantes, en la de minas entrarían alumnos procedentes de las familias pudientes de las cuencas más pujantes de la época.¹²³

En ocasiones se ha destacado que había entre los alumnos de las escuelas de ingeniería militares y civiles un número elevado de estudiantes con raíces extranjeras. Sáenz Ridruejo llegó a calcular que estudiantes con algún apellido extranjero (sobre todo inglés, escocés o irlandés, francés, alemán e italiano) constituían alrededor del 12% del alumnado de la Escuela de caminos, añadiendo que “las cifras son lo suficientemente bajas para no alterar el carácter netamente español del conjunto”.¹²⁴ Estos estudiantes, en general, habían nacido en España,¹²⁵ como también lo habían hecho, en gran parte, sus padres. Además, la mayoría tenía solo uno de los dos primeros apellidos de origen extranjero. Español era también el idioma en el que se expresaban. Por eso no se puede afirmar que incluso siendo el porcentaje de “apellidos extranjeros” más alto, hubieran “altera[do] el carácter netamente español” del centro. Hay que tener en cuenta que entre las élites ilustradas,¹²⁶ realza incluida, poco importaba un apellido extranjero para la identidad de una persona, y aunque hubo ciertos cambios en este sentido a lo largo del siglo XIX, las élites liberales mantuvieron un perfil bastante “transnacional” en sus estrategias matrimoniales. Esta cuestión no es puramente

¹²³ Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología*, 104-105; Fernando Sáenz Ridruejo, *Ingenieros de Caminos del siglo XIX*, 10-11; Fernando Sáenz Ridruejo, *Los Ingenieros de Caminos*, 60 y 103-105; y según los datos biográficos de ingenieros en Fernando Sáenz Ridruejo, *Ingenieros de Caminos del siglo XIX*; Para minas: Luis Mansilla Plaza y Rafael Sumozas García-Pardo, “La ingeniería de minas: de Almadén...”, 96.

¹²⁴ Fernando Sáenz Ridruejo, *Ingenieros de Caminos del siglo XIX*, 10. Para los militares, la comparación de los escalafones desde los años 1720 hasta finales del XIX muestra cómo el número de personas con apellidos extranjeros disminuye sin que los apellidos extranjeros desaparecieran del todo. Además, en los años 1720 y 1730, no se trataba de personas nacidas en la península, mientras en caso de los ingenieros decimonónicos, los apellidos extranjeros no indican el origen extranjero de la persona, sino, en general, solamente el hecho de que alguno de sus antepasados lo fue. *SHM*, Estados del Cuerpo.

¹²⁵ Según la lista de los graduados a lo largo del siglo XIX, elaborada a partir de material de archivo por Fernando Sáenz Ridruejo y publicada en: Anejo 1.1 y 1.2 de Fernando Sáenz Ridruejo., *Ingenieros de Caminos del siglo XIX*, 361-378. Hay algunas excepciones: Eduardo Cabello Ebrentz nació en Philadelphia, siendo su madre estadounidense y su padre español asentado en Cuba, en este caso sí se podría admitir cierta influencia extranjera. Otros casos, como Brockmann Llanos que nació en Roma y Werner Martínez del Campo que nació en París, son distintos: como la procedencia de sus apellidos extranjeros no coincide con el lugar de nacimiento, el hecho de nacer fuera de España no tiene por qué tener relevancia en estos casos (se explica por ej. por el trabajo en el extranjero del padre o por el exilio político de la familia).

¹²⁶ Como el mismo Sáenz Ridruejo señala, el porcentaje de personas con algún apellido extranjero era más alto que en la población en general debido a que los alumnos se reclutaban entre los sectores más dinámicos de la población, con mayor movilidad, como los profesionales libres, comerciantes, industriales y funcionarios. Fernando Sáenz Ridruejo, *Ingenieros de Caminos del siglo XIX*, 10.

retórica; si las escuelas de ingeniería realmente hubiera tenido alumnos extranjeros, esto sería una señal de su alto prestigio no sólo en el territorio nacional, sino también más allá de las fronteras. Éste era, por ejemplo, el caso de las *École des Ponts et Chaussées* y la *École Centrale des Arts et manufactures* francesas que contaron entre sus estudiantes en régimen externo con muchos españoles, incluidos los fundadores de la Escuela de caminos (Betancourt) o del Real Instituto industrial (Joaquín Alfonso). No obstante, no queda claro si era éste el caso de las escuelas especiales españolas decimonónicas.

3. Enseñanza: los contenidos, las fuentes, los hombres

La duración de la enseñanza en las escuelas de ingeniería tendió a aumentar a lo largo del siglo XIX, alcanzando los cinco o seis años durante la segunda mitad de la centuria. Incluso se puede observar cómo los esfuerzos por implantar una escuela preparatoria común y así reducir el número de los años cursados en las escuelas especiales acabaron en realidad incrementándolos una vez fracasado el intento. Una formación tan larga permitió, sin duda, no solamente encender en los corazones de los alumnos el “fuego sagrado del amor a la ciencia”,¹²⁷ sino también moldearlos adecuadamente e inculcarles el espíritu de cuerpo.

Para analizar las líneas generales de los contenidos de la enseñanza en las escuelas de ingeniería, utilizaré algunos criterios planteados por Jonathan Harwood en su propuesta de estudio comparativo de la formación de ingenieros.¹²⁸ Harwood propone dividir los centros de formación de ingenieros en aquellos de *orientación científica* y otros, de *orientación práctica*. Mantiene que las escuelas de orientación científica se caracterizaron por derivar “las tareas de las ciencias básicas y resolverlas a través de la aplicación a datos o problemas del dominio práctico. Alternativamente, derivaron sus tareas de investigación de la práctica, pero estaban convencidas de que las soluciones consistían en la aplicación correcta de la teoría científica, o estaban enamoradas del aparato metodológico de las ciencias”, lo que les llevaba en la enseñanza a retomar técnicas, conceptos, leyes y herramientas de una u otra ciencia básica.¹²⁹ Por otra parte, las instituciones de orientación práctica tomaron sus tareas de la práctica, y a pesar de utilizar métodos y técnicas de las ciencias, no pretendían que éstas fuesen suficientes para encontrar soluciones. Asimismo prestaban atención a las necesidades y

¹²⁷ *Resumen histórico del arma de...*, 124.

¹²⁸ Jonathan Harwood: “Engineering Education between Science and Practice: Rethinking the Historiography”, *History and Technology*, 22, (1, 2006), 53-79.

¹²⁹ *Ibidem*, 54.

posibilidades de los que iban a utilizar el trabajo de los ingenieros.

Aunque Harwood basa su propuesta sobre todo en el análisis del caso alemán, que se diferencia de forma sustancial de las pautas de la construcción de la ingeniería en España, creo conveniente pensar en las escuelas especiales españolas retomando algunos de sus planteamientos. Según Harwood, la educación de los ingenieros -igual que la de los médicos o los directivos de empresas- se encuentra en una situación de ambivalencia estructurada socialmente. Por una parte se espera que los profesores y alumnos deben apoyarse en un cuerpo de conocimientos sistemático, por otra están encargados de resolver problemas prácticos. Su búsqueda de estatus les empuja hacia un perfil científico, a asemejarse a los científicos académicos, mientras su presunción de utilidad les obliga a justificarse frente a un público destinatario de sus acciones que a menudo desconfía de ellos, viéndoles como alejados de la realidad. Por lo tanto, mantiene Harwood, los centros de enseñanza se ven obligados a largo plazo a perfilarse de una u otra forma. En las escuelas que optan por la primera opción se produce la llamada *deriva académica* (academic drift), es decir, aumento de las materias científicas y reducción de las prácticas.

En el caso español hay que destacar dos rasgos importantes que matizan los planteamientos de Harwood sin imposibilitar su aplicación. Durante el período de la consolidación de la enseñanza de la ingeniería, es decir, hasta los años 1840, los ingenieros españoles no tuvieron que competir con los científicos universitarios, y cuando les surgieron estos rivales a mediados del siglo, los ingenieros (militares, de minas y de caminos) ya se habían erigido en los representantes de la ciencia en España y gozaban de mayor estatus que los hombres de ciencia universitarios.¹³⁰ Por otra parte, el Estado desempeñó un papel decisivo no sólo como financiador y garante de las escuelas especiales, sino también como el proveedor principal de empleo para sus graduados hasta por lo menos los años 1870. Además, desde muy pronto se sistematizó y estandarizó la manera de funcionar de los cuerpos y se estableció el marco legal de su acción, limitándose de esta forma las posibilidades de la intervención política. Por lo tanto, a partir de esta consolidación los ingenieros no estaban expuestos a una presión demasiado fuerte por parte de su “Gran Cliente” para demostrar su utilidad práctica, ya que en muchos casos fueron ellos mismos quienes representaron al Estado y quienes decidían cuáles eran los conocimientos y las habilidades convenientes. Además, cuando

¹³⁰ Mariano Hormigón., “Las matemáticas en España; Elena Ausejo, “La enseñanza de las ciencias exactas...”;

los ingenieros-miembros de cuerpos de funcionarios entraban en el sector privado, lo que convencía a sus clientes para optar por sus servicios eran no tanto sus habilidades ingenieriles, como sus contactos en la Administración.¹³¹

No obstante, la cuestión de la teoría versus la práctica estaba siempre muy presente en los debates sobre la enseñanza en las escuelas de ingeniería españolas. ¿Se produjo una deriva académica en la formación de los ingenieros españoles? Para responder a esta pregunta hay que diferenciar entre las escuelas y analizar el cambio histórico. Al hacerlo, llama enseguida la atención el papel clave que desempeñó la Escuela de caminos como modelo, irritante, si se quiere, pero muy poderoso. En la Escuela de caminos se puede identificar una deriva académica en los primeros cuarenta años del siglo XIX, durante su período más accidentado e inestable. Ya hemos podido observar cómo el currículum de orientación “aplicada” de la escuela de Betancourt incorporó un mayor énfasis teórico debido a la inspiración *polytechnique* de José María Lanz. El plan de estudios de la Escuela durante el Trienio liberal era un paso más en esta dirección. En los años 1830, bajo la dirección de Juan Subercase, la Tercera Escuela fue dotada de un currículum altamente teórico, con un peso importante de las matemáticas puras y mixtas (cálculo diferencial e integral, geometría descriptiva pura y aplicada, geometría analítica de tres dimensiones, mecánica racional y aplicada), que se mantuvo con pequeñas modificaciones hasta finales del siglo XIX. Una dinámica parecida se puede observar también en la Academia de ingenieros del Ejército, culminando en el plan de estudios diseñado por Francisco García San Pedro en 1839 (antes de proceder a las materias “aplicadas”, los alumnos cursaron cálculo diferencial e integral, trigonometría rectilínea, geometría analítica y aplicaciones teóricas de los cálculos, trigonometría esférica y cosmografía, geodesia, geometría descriptiva, etc.).¹³² La formación de los ingenieros militares y de los ingenieros de caminos pretendía ser científica y esta autopercepción del ingeniero como hombre de ciencia se plasmó en la incorporación de las materias teóricas, además de entender las más prácticas como *aplicadas*. Es muy significativo que tal configuración se produjo cuando la Escuela de caminos gozaba de una situación administrativa caracterizada por una amplia autonomía (1836-1848) y los ingenieros disponían de un poder decisivo para definir el currículum. Los preámbulos de varios decretos, órdenes, leyes, proyectos o discursos de los políticos de la época revelan la preocupación de éstos por la aplicación práctica, por la

¹³¹ En la sección dedicada a modelos alternativos y a cambios veremos cómo esto cambia a finales del XIX.

¹³² *Reglamento para la Academia Especial del Arma de Ingenieros*, Imprenta Nacional, Madrid, 1839.

utilidad inmediata de la formación de los facultativos. Al contrario que los ingenieros, que no veían en este periodo incompatibilidad ninguna entre la teoría matemática enseñada en sus establecimientos y la utilidad, los políticos temían no cosechar frutos prácticos de los recursos invertidos.¹³³ Sin embargo, cuando la autonomía de la Escuela de caminos fue parcialmente restringida, el modelo de formación ya se había consolidado y había adquirido una legitimidad difícil de cuestionar. El peso del cuerpo de caminos, el más numeroso y poderoso de los cuerpos civiles, y la temprana consolidación de su escuela, convirtieron la formación de los ingenieros de caminos en un punto de referencia para las otras escuelas, fuera para asemejarse a él o para definirse en contra.

Un decidido perfil científico no estaba reñido con el énfasis en cierto tipo de práctica, sobre todo si ésta estaba definida como aplicación de la teoría. Hacer hincapié en la utilidad práctica, en los resultados palpables de la formación del ingeniero fue una baza que los ingenieros no dudaron de jugar. No obstante, igual que afirma John Weiss para la *École Centrale* parisina, mientras los profesores predicaron la unidad de la teoría y la práctica, pocos conocían el ámbito de la práctica de cerca.¹³⁴ En contra de una mayor orientación práctica de los estudios confluían varios factores poderosos. Ya he mencionado la relativa falta de interés y/o capacidad del sector privado en/para imponer sus criterios de una formación adecuada para los ingenieros. Asimismo se ha constatado la posición destacada de los ingenieros en el aparato administrativo y un grado decisivo de autonomía. Además podemos apuntar hacia la dificultad a nivel simbólico de conciliar el estatus y el trabajo manual que será analizada en el capítulo siguiente, *Identidades y Discurso*. Por lo tanto no es de sorprender que las escuelas de ingeniería, por más que empezaron reivindicando un perfil práctico, de acción más que de teoría, pronto se vieron obligadas de asumir la realidad en la que operaban y acomodarse bajo

¹³³ Jordi Cartaña i Piñén cita la visión que tenía el diputado Pascual Madoz sobre la orientación práctica de los ingenieros agrónomos. Jordi Cartaña i Piñén, “Ingeniería agronómica y modernización...”, 468. Véase también Gumersindo de Azcárate, *El régimen parlamentario en la práctica*, 68-69 y 73.

¹³⁴ John Weiss, *The Making of Technological Man: the Social Origins of French Engineering Education*, MIT, Cambridge Ma, 1982. André Grelon muestra cómo unas reivindicaciones muy explícitas por parte de los promotores de la *École Centrale* de la ingeniería inglesa como ejemplo de la orientación hacia la industria, no supusieron romper la vinculación con la ciencia del ingeniero *centralien*, una vinculación que le hacía diferir bastante del ingeniero-práctico empleado en la industria británica. André Grelon, “Du bon usage du modèle étranger...”, 20-21. En España, los mejores alumnos de las escuelas especiales sólo trabajaron como ingenieros durante unos pocos años, para ser luego llamados para enseñar. José Mañas Martínez, *Eduardo Saavedra, ingeniero y humanista*, Turner/Colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos, Madrid, 1983. Según el testimonio de los ingenieros, la parte práctica de los estudios no pudo llevarse a cabo de la manera prevista en el Reglamento y la enseñanza práctica quedaba sumamente reducida. Véase F.C. (¿Francisco Sales Carvajal?), “Escuela especial de ingenieros de caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, 13 (1854), 161-165.

las alas protectoras de la ciencia.¹³⁵ Esto conllevaba la minimización de la práctica o su regulación cautelosa, conceptualizándola como aplicación de la ciencia o como ejercicio cuasi-militar.¹³⁶

Podemos encontrar la vinculación del conocimiento teórico con el prestigio de los cuerpos y con el estatus elevado del ingeniero en varias fuentes primarias. El discurso se hizo explícito sobre todo en las últimas décadas del periodo analizado, cuando el enfoque teórico se vio cuestionado. El director de la Escuela de Caminos Rogelio Inchaurreandieta mantenía que eliminar la enseñanza teórica “convertiría nuestra escuela de ingenieros, verdaderamente tales, en una escuela de artes y oficios”.¹³⁷ De nuevo, Inchaurreandieta:

“La Escuela de Caminos tiene por misión hacer Ingenieros, no maestros de obras ó de talleres industriales ó artísticos, y si sobran en el programa algunos teoremas en los dos ó tres primeros años de la enseñanza, no les pesarán ciertamente á los estudiantes, sobre todo teniendo en cuenta las ventajas alcanzadas en orden á la facilidad del razonamiento. El abuso en ese sentido conduciría al absurdo; la deficiencia, á rebajar nuestro nivel profesional; lo que propone la Escuela con la reforma necesaria en los programas, y con la enseñanza paralela de la parte práctica, puede y debe afirmar nuestro crédito ganado en buena lid.”¹³⁸

Coincidiendo todas las ingenierías en el perfil científico de la formación, no existía, sin embargo, un consenso unánime alrededor de las matemáticas como punto de partida en la formación del ingeniero antes de pasar a las materias “aplicadas”. En la Escuela de caminos -y en la Academia de ingenieros del Ejército- las matemáticas servían como base para proceder a las asignaturas vinculadas directamente con el trabajo de ingeniero. Mientras que este modelo influyó fuertemente en todos los proyectos que surgieron como formación preparatoria común, otras escuelas especiales reivindicaron el papel clave de otras ciencias como base para su particular *ciencia de ingeniero*, criticando en ocasiones el afán de matematización. Los ingenieros de minas, un cuerpo pequeño con vocación de élite, creían que en realidad su formación era aún

¹³⁵ Recuerdo que estamos hablando de las décadas centrales del XIX, antes de los cuestionamientos finiseculares.

¹³⁶ Para agrónomos, véase Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología*, 77. El programa de la Escuela de Montes en el diario de su fundador Bernardo de la Torre Rojas incluía el desarrollo de la fortaleza física de los alumnos, excursiones a pie y con los instrumentos a la espalda, como también el desarrollo del espíritu del cuerpo a la moderna, Erich Bauer Manderscheid, *Los montes de España...*, 256-257. También los ingenieros industriales que siempre reivindicaron su *utilidad* en el *sector productivo*, tenían cuidado en conceptualizar la base de su formación como científica. Ramón Garrabou, *Enginyers industrials, modernització...*, 44-45; Antoni Roca-Rosell, “L’enginyeria de laboratori...”

¹³⁷ Rogelio de Inchaurreandieta, “Escuela de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario (1899), 3.

¹³⁸ Rogelio de Inchaurreandieta, “Condiciones para el ingreso en la Escuela de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, 1289 (1900), 188-189.

más exigente que la de los ingenieros de caminos, al incluir, además de las matemáticas, la física, la química y la geología. La Escuela de montes no solamente vivió muy pronto su redefinición hacia un establecimiento de orientación científica, sino que durante décadas fue lugar de una pugna entre los defensores de la historia natural (o ciencias naturales) y los partidarios de las matemáticas. Este conflicto, estudiado por Vicente Casals y Josefina Gómez Mendoza, revela indudablemente el creciente prestigio de las matemáticas y del modelo de ingeniería basado en la Escuela de caminos en el segundo tercio del siglo XIX. Sin embargo, es muy significativo que el conflicto no se desarrolló en términos práctica versus teoría o ciencia frente al enfoque más empírico, sino que los partidarios de la tradición naturalista argumentaron que su cuerpo de conocimientos era igual de científico que el de los defensores de la matematización de la ingeniería de montes.¹³⁹ En cuanto a los agrónomos, las materias que los futuros ingenieros agrónomos cursaron en su escuela especial estaban definidas como parte de la ciencia agronómica o como sus ciencias complementarias. La formación de los agrónomos tenía sus particularidades, pareciéndose a la de los ingenieros industriales al cursarse en algunas épocas las asignaturas que debían proporcionar a los alumnos una base teórica – con mucho peso de las matemáticas- en establecimientos ajenos a la escuela especial respectiva, sobre todo en las facultades de ciencias o en las academias privadas. Como apunta Juan Pan-Montojo, las autoridades aprovecharon esta tradicional división reforzándola en 1907 con el objetivo de imponer a la escuela un carácter más práctico.

140

A lo largo de la época podemos observar la incorporación de nuevas materias al currículum de las escuelas, algunas de ellas vinculadas directamente con las innovaciones introducidas a nivel mundial. De este modo aparecieron en la Escuela de caminos y en la Academia de ingenieros de Ejército los cursos sobre el ferrocarril, sobre la electricidad en las de ingenieros militares e industriales, y el análisis químico en las escuelas de agrónomos e industriales. Algunas de las escuelas, como el Real Instituto industrial, la Escuela de caminos o la Escuela de minas disponían de museos, gabinetes de máquinas o colecciones relacionadas con su campo de estudio, que solían ser resultado de las políticas de autosuficiencia científico-técnica de la primera mitad del siglo XIX. Para la enseñanza práctica algunas escuelas abrieron talleres, aunque esta palabra -demasiado vinculada al trabajo manual y a los obreros- siempre fue

¹³⁹ Josefina Gómez Mendoza, *Ciencia y política de los montes...*; Vicente Casals Costa, *Los ingenieros de montes en la España...*, 43-48.

¹⁴⁰ Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología*, 167.

problemática y parecía convertirse en *non grata* conforme avanzaba el siglo para ser sustituida con la de *laboratorio*, con todas las implicaciones de cientificidad y experimentalidad que aquello implicaba.¹⁴¹

Cualesquiera que fuesen las ciencias que se consideraban como los pilares sobre los que construir la formación de los ingenieros, éstos se empeñaron en dibujar la imagen de dificultad y "pesadez" de los estudios para subrayar la superioridad de su formación sobre las entonces prestigiosas carreras de Letras y Derecho. Frente a la belleza y brillantez de estas disciplinas y la rapidez y facilidad del éxito que proporcionaban, plasmado en puestos influyentes, oponen el camino "árido y escabroso" de la ciencia que, no obstante, es más importante y valioso por contribuir directamente al progreso de la nación.¹⁴² En el discurso de los ingenieros llama la atención la vinculación de dificultad, esfuerzo y sufrimiento con el mérito, mientras se sobreentiende que la facilidad y rapidez hacen que el éxito y los puestos influyentes se vean como inmerecidos. El trabajo y el esfuerzo como el camino al éxito legítimo son una pieza clave del discurso liberal decimonónico y los ingenieros se cuentan entre sus portadores más modélicos.

Asimismo se aprecia la convicción de que las ciencias inculcan disciplina, capacidad de trabajo y autocontrol. En este sentido, la opinión de los ingenieros enlazaba con un discurso más amplio; por ejemplo, observemos la dicotomía entre la educación "clásica" y la científica de los ingenieros tal como está plasmada en la oposición que hace Galdós en su novela *Doña Perfecta*¹⁴³ entre el personaje del ingeniero Pepe y un joven abogado de provincias: el conocimiento clásico basado en el latín y los clásicos de la literatura griega y romana del abogado frente al conocimiento moderno, eficaz y útil de Pepe. Mientras éste construye puentes y muelles, los abogados son, según el ingeniero, proclives a la palabrería vacía, a la pereza y a "fomentar la empleomanía y montar revoluciones perturbando la política y agitando la opinión".¹⁴⁴ Aquí, el ingeniero es partidario del Estado centralista, de las reformas, del orden y de la

¹⁴¹ Antoni Roca-Rosell, "L'enginyeria de laboratori..." En la Escuela de caminos se abrió el Laboratorio central de materiales de construcción. Estas maniobras alrededor de la conceptualización de la práctica como *de taller* o *de laboratorio* no eran exclusivos de España. Anna Guagnini describe un caso parecido en la Universidad de Manchester en los años 1890: Anna Guagnini, "The Fashioning of Higher Technical Education: The Case of Manchester, 1851-1914", in Howard Gospel (ed.), *Industrial Training and Technological Innovation: A Comparative and Historical Study*, Routledge, Londres, 1991, 69-92, sobre todo 74. Para la anabasis del gabinete de máquinas de Betancourt: Irina Gouzévitch, "Le cabinet des machines de Betancourt: à l'origine d'une culture technique de l'ingénieur des Lumières", *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 10 (2009), 85-118.

¹⁴² Véase el capítulo *Identidades y Discurso*.

¹⁴³ Benito Pérez Galdós, *Doña Perfecta*, 111.

¹⁴⁴ *Ibidem*, 111.

subordinación dentro de la burocracia moderna, y el abogado aparece como una figura que aúna los rasgos negativos del antiguo y del nuevo régimen. Como afirma Ken Alder: “Las asignaturas tradicionales que habían otorgado una educación rigurosa desde el Renacimiento –latín y retórica– habían sido denunciadas a partir del siglo diecisiete por inculcar habilidad en equivocación y sofística”.¹⁴⁵ Frente a ellas, las ciencias se erigen como “hechos” y conocimientos capaces de plasmarse en obras concretas y sus portadores aparecen como hombres que pueden cambiar el mundo manteniendo a la vez el orden.

Además de la formación en ciencias, definidas como preparatorias, fundamentales o auxiliares, y en materias entendidas como sus aplicaciones, las escuelas especiales formaron a sus alumnos en materias como dibujo o idiomas. Los idiomas exigidos, que cambiaron según el centro y la época, podían reflejar la admiración por la tradición ingenieril o científica de un país, el peso de un modo de organización de la ingeniería como modelo a seguir, e incluso aspiraciones colonialistas (como fue el caso de la enseñanza de árabe en la Academia de ingenieros del Ejército). Teniendo en cuenta el carácter administrativo de gran parte del trabajo que iban a desempeñar, a los aspirantes a ingenieros se les proporcionaba formación en derecho administrativo o, en caso de los agrónomos, en administración rural y contabilidad. En ocasiones, las aptitudes de los profesores y sus gustos personales determinaron hasta cierta medida los contenidos de la enseñanza. El interés del profesor de la Escuela de caminos Gabriel Rodríguez por la economía política y su convicción de que ésta era muy importante para los futuros ingenieros hicieron que mientras Rodríguez impartía la asignatura de Derecho administrativo, ésta llegó a denominarse Derecho administrativo y economía política, dedicándose un curso al aquél y otro a ésta.¹⁴⁶ La incorporación de la economía no se puede explicar, no obstante, por el capricho de un profesor, sino que su presencia en los currícula de distintas escuelas muestra el papel de *gestor* que iba adquiriendo la figura del ingeniero en el último tercio del siglo XIX. En este contexto resaltemos como sintomático del hombre moderno, orientado hacia el futuro, buscando a la vez el anclaje en el pasado, que los ingenieros de varias especialidades coincidieron en desarrollar el interés por el pasado más remoto, por la arqueología y la paleontología,

¹⁴⁵ Ken Alder, “French Engineers Become Professionals...,” 108.

¹⁴⁶ Fernando Sáenz Ridruejo, *Ingenieros de Caminos del siglo XIX*, 234. Economía política y legislación se impartían también en la Escuela de ingenieros industriales. La convicción de la relación entre el carisma de los profesores externos y el peso de la asignatura queda expresada por Vicente Garcini, “Reseña Histórica de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario, 1899.

conforme con la legislación que les encargaba de proteger los restos arqueológicos que pudieran encontrar. La Escuela de minas incluso incorporó la paleontología en su plan de estudios. Llama la atención el que solamente la Academia de Guadalajara proporcionaba a los alumnos formación en humanidades, descontando las asignaturas utilitarias de idiomas. Seguramente fue la necesidad de desarrollar y mantener en los jóvenes oficiales el espíritu patriótico lo que situó en el currículum de los ingenieros militares materias como Geografía e Historia de España.¹⁴⁷

En cuanto a los modelos de formación de los ingenieros, se ha destacado la impronta francesa -el modelo de las *grandes écoles*- como un rasgo fundamental de las escuelas de ingeniería españolas, en el sentido amplio de la Administración técnica nutrida de unas escuelas creadas y mantenidas especialmente para este propósito. En las páginas anteriores se ha señalado el papel de la *École des Ponts et Chaussées* y la *École polytechnique* francesas como modelos para los Estudios hidráulicos (la primera Escuela de caminos), o la sajona *Bergakademie* de Freiberg para la Academia de Almadén y la Escuela de minas. En ocasiones, los ingenieros fueron enviados a centros de prestigio para luego contribuir con sus observaciones a la mejora de las instituciones españolas. Los fundadores de la Escuela de montes buscaron inspiración en la *Forstakademie* de Tharandt, y, como apunta Josefina Gómez Mendoza, los ingenieros de montes viajaron hasta Austria y Rusia para estudiar como se desarrollaba la enseñanza forestal en estos países.¹⁴⁸ La *École Centrale des Arts et manufactures* representaba un punto de referencia para el Real Instituto industrial. Los ingenieros militares analizaron el funcionamiento de la *École de l'Artillerie et du Génie* en Metz, y junto con los ingenieros de caminos seguían mirando hacia la *École Polytechnique*. Más que ser copiadas al pie de letra, las instituciones extranjeras y la organización de la enseñanza sirvieron como fuente de inspiración y de apropiación a lo largo de la época.

Sin embargo, la admiración y la voluntad de emulación no bastaron para trasplantar los modelos extranjeros a un contexto que era a menudo radicalmente distinto. Un caso interesante de esta dificultad lo representa la Escuela de montes. La ciencia forestal alemana era un modelo a seguir y un objeto de admiración en toda Europa. Por lo tanto no resulta sorprendente que los promotores de la ingeniería de montes reivindicaron el ejemplo de la formación de los forestales alemanes. Además de

¹⁴⁷ Algunos ingenieros destacaron en el campo de la arqueología, siendo el caso más conocido el de Eduardo Saavedra: José Mañas Martínez, *Eduardo Saavedra, ingeniero...* A principios del XX se introdujo Historia del arte en el currículum de la Escuela de caminos.

¹⁴⁸ Josefina Gómez Mendoza, *Ciencia y política de los montes...*, 45.

los aspectos científicos, en la formación de los forestales germanos tuvo un peso importante la práctica. Los promotores de la ingeniería de montes en España no dudaron en reivindicar la práctica y reservarle un puesto importante en el currículum y en la autorrepresentación de los ingenieros de montes. Sin embargo, la Escuela de montes operaba en un contexto que dificultaba sobremanera la implantación de un modelo práctico de formación. Los ingenieros de montes aspiraron a ser reconocidos como tales y a labrarse un perfil de élite. Por lo tanto, se vieron obligados a asimilarse a los referentes establecidos en la ingeniería española, los ingenieros de minas y de caminos, emulando su perfil científico y manejando muy cautelosamente los ejercicios prácticos. Asimismo el peso de la cultura y lengua francesa entre las élites españolas de la época fue probablemente la causa de que los libros extranjeros utilizados en la Escuela de montes (y en las otras escuelas especiales) eran sobre todo de procedencia francesa, a pesar de estar la ciencia forestal de aquel país en clara dependencia de la alemana.¹⁴⁹ Por otra parte, hay que subrayar que las instituciones españolas de formación de ingenieros no estaban, bajo ningún concepto, condenadas a ser malas copias de los centros extranjeros; mencionemos los casos de la Escuela central de agricultura que -a pesar de todas las dificultades que rodearon sus comienzos- era una de las pioneras de la enseñanza superior especializada en agricultura en Europa, o la misma Escuela de montes, propuesta, como muestra Vicente Casals, como modelo de educación para los forestales británicos por el escocés John Croumbie Brown en 1886.¹⁵⁰

En ocasiones se ha planteado que la formación de los ingenieros británicos constituyó un modelo alternativo, *el modelo inglés*, reivindicado, pero difícil de trasladar. Según mi opinión, esta dicotomía merece una matización importante. Indudablemente, la ingeniería británica y el desarrollo industrial inglés fueron objeto de gran admiración. La capacidad de atracción que ejercieron las instituciones del país insular para las elites españolas del siglo XIX es notoria, como bien demuestran investigaciones centradas en temas concretos como “El espejo inglés de la modernidad española” de María Sierra y otros.¹⁵¹ Estos trabajos apuntan hacia cómo -mientras las instituciones francesas fueron analizadas detalladamente e incluso imitadas en sus aspectos concretos- el modelo inglés ejerció con frecuencia como un referente más

¹⁴⁹ Vicente Casals Costa trata este asunto en *Los ingenieros de montes...*, 48-49. Observaremos pautas semejantes en la enseñanza forestal en el Imperio Otomano.

¹⁵⁰ Vicente Casals Costa, “Saber es hacer”, 418.

¹⁵¹ María Sierra, “El espejo inglés de la modernidad española: El modelo electoral británico y su influencia en el concepto de representación liberal”, *Historia y política: Ideas, procesos y movimientos sociales*, 21 (2009), 139-167.

abstracto, como un ideal y “como un ejemplo práctico de eficacia”.¹⁵² En el caso de las ingenierías españolas se puede afirmar que el caso inglés fue reivindicado sistemáticamente como ejemplo de descentralización exitosa y eficaz en los debates sobre la organización de las obras públicas, en lo referente al papel del Estado y de la iniciativa privada, y como tal es analizado en el capítulo dedicado a los ingenieros y el cambio político. Sin embargo, en el campo específico de la formación de los ingenieros su impacto fue mucho menor, un hecho que, en mi opinión, merece una reflexión. Hasta finales del siglo XIX, el modelo de ingeniero como hombre de ciencia fue raramente cuestionado por los ingenieros españoles (aunque sí lo fue por otros representantes de las élites políticas y económicas¹⁵³). Los ingenieros buscaron reconocimiento como hombres de élite y por lo tanto, el perfil del *engineer* inglés, vinculado con el trabajo manual en el taller y que gozaba de un estatus social relativamente bajo, no fue precisamente lo que los ingenieros españoles desearían imitar. Cuando a finales del siglo XIX y principios del XX se produjo un movimiento por la reforma de la enseñanza en las escuelas de ingeniería, Inglaterra apareció, junto con Alemania y los EE.UU., entre los ejemplos de una formación más *práctica*, pero hay que subrayar que los rasgos reivindicados, como el enfoque científico-experimental y el trabajo en el laboratorio fueron –sobre todo en Inglaterra y en los Estados Unidos– productos de un *academic drift* de fecha reciente, de una nueva preocupación por la científicidad, aunque entendida de forma distinta que la “obsesión” por la teoría matemática que había dominado a lo largo del siglo XIX entre los politécnicos franceses y sus emuladores del continente europeo.¹⁵⁴

Este debate finisecular sobre la orientación de la formación de los

¹⁵² *Ibidem*.

¹⁵³ La preocupación por la utilidad inmediata se manifiesta a menudo en las opiniones sobre las escuelas de ingeniería expresadas por hombres de la élite política y económica de la época. No se trataba solo de ideas distintas sobre la manera más eficaz de obtener resultados. Así, por ejemplo, los terratenientes querían hombres a su servicio, no verse cuestionados por los ingenieros, quienes aspiraban a definir políticas agrícolas y en caso del desacuerdo estaban dispuestos a plantarles cara, escudándose en la ciencia. Jordi Cartaña i Pinén, “Ingeniería agronómica y modernización...”, 466-468. También Jordi Cartaña i Pinén, *Agronomía e Ingenieros agrónomos en la España del siglo XIX*, Serbal, Barcelona, 2005 o Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología...* Lusa muestra cómo los ingenieros industriales se quejaron en los años 1850-1870 de que los industriales españoles, encontrándose en un “estado triste de ignorancia,” rehuían de la figura del ingeniero-científico. En Guillermo Lusa Monforte, “Industrialización y educación: los ingenieros... Véase también la nota al pie 134 de este capítulo.

¹⁵⁴ Jonathan Harwood: “Engineering Education between Science...”; Bruce Seely, “European connections to American engineering education, 1800-1990,” en Irina Gouzévitch, André Grelon y Anousheh Karvar (eds.), *La formation des ingénieurs en perspective...*, 53-69. *Report of the Conference held at The Institution of Civil Engineers, June 28 and 29, 1911*, John Parkinson, Londres, 1911.

ingenieros atestigua la existencia de una comunidad transnacional de ingenieros, ya que polémicas parecidas surgieron en un periodo de veinte años en países que ostentaban unas tradiciones de formación de ingenieros muy distintas. Se suele considerar como pistoletazo el “grito” *¡Basta de matemáticas!* que lanzó Alois Riedler, ingeniero austriaco y profesor en la *Technische Hochschule* de Berlín en la última década del siglo XIX, en defensa de una orientación práctica de la formación de los ingenieros, en la que las matemáticas ocupasen un lugar al servicio de las necesidades de los mismos.¹⁵⁵ Antes de que esta frase fuese repetida literalmente en 1914 por el ingeniero de caminos español Vicente Machimbarrena dentro de su propuesta de una reforma radical de la formación de los ingenieros españoles, habían transcurrido casi dos décadas de apasionados debates sobre los males que achacaban la enseñanza en las escuelas especiales. Se criticó el método memorístico del aprendizaje, la falta de espacio físico y curricular para los experimentos y el excesivo peso de las matemáticas puras, desvinculadas de la *praxis* de los ingenieros.¹⁵⁶ Por otra parte, el afán reformista estuvo acompañado por la preocupación por no perder el perfil científico del ingeniero, plasmada en la propuesta de redefinición hacia una enseñanza de laboratorio.¹⁵⁷ Esta corriente crítica supuso un estímulo para las escuelas, que reformaron sus planes de estudios, abrieron laboratorios, reanudaron los envíos de pensionados al extranjero e introdujeron nuevas asignaturas. Se puede decir que a principios del siglo XX los ingenieros asumieron que no podían aspirar a monopolizar la representación de la ciencia en España y terminaron optando por adoptar un perfil más técnico. La ciencia seguía siendo percibida como fundamental, pero el papel que los ingenieros se atribuían se orientaba más claramente hacia su vertiente aplicada. En este sentido, de nuevo, se puede destacar el carácter pionero de los ingenieros industriales.

En cuanto a los recursos docentes, la existencia de las escuelas especiales incentivó la traducción de literatura especializada extranjera y, sobre todo, la producción de libros originales. En cuanto a los libros extranjeros, traducidos o no, se

¹⁵⁵ Kees Gispén, *New Profession, Old Order: Engineers and German...*; Susann Hensel, “Die Auseinandersetzungen um die mathematische Ausbildung der Ingenieure an den Technischen Hochschulen in Deutschland Ende des 19. Jahrhunderts”, en Susann Hensel, Karl-Norbert Ihmig y Michael Otte (eds.), *Mathematik und Technik im 19. Jahrhundert in Deutschland*, Vanderhoeck und Ruprecht, Göttingen, 1989, 1-111.

¹⁵⁶ Véanse los debates en la Revista de Obras Públicas en los años 1901-1904.

¹⁵⁷ Antoni Roca-Rosell, “L’enginyeria de laboratori, un repte de nou-cents”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 1 (1996), 197-240. En la Escuela de caminos se abrió el Laboratorio de materiales de construcción. La visión de Rogelio Inchaurrendieta, el director de la Escuela de caminos que introdujo una reforma-compromiso en Rogelio de Inchaurrendieta, “Escuela de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario, (1899), 1-3.

puede observar una clara predilección por los libros en francés, aunque entre ellos ocasionalmente aparecen textos de autores alemanes o británicos traducidos a este idioma. Sin duda, el francés fue el idioma más accesible a los jóvenes de familias acomodadas en el siglo XIX, y aunque en los currícula de las escuelas figura la enseñanza del inglés y/o del alemán, el nivel de manejo de estas dos lenguas era probablemente mucho más bajo, tanto entre los alumnos como entre los profesores.

A lo largo del período se practicó asimismo el envío de alumnos al extranjero (Francia, el Reino Unido, los países alemanes, Bélgica, Austria-Hungría Rusia) con diversos propósitos: para visitar minas, obras o fábricas y observar las nuevas técnicas en su respectivo campo de acción y/o para asistir a cursos en instituciones extranjeras de formación especializada. En el segundo caso su tarea podía ser, como ya se ha mencionado, observar cómo funcionaban estos centros para luego informar sobre ello a las autoridades en España, con el propósito de introducir mejoras. El propósito principal a lo largo de la época era, sin embargo, ampliar los conocimientos y familiarizarse con las nuevas tendencias. El envío de alumnos, practicado desde el siglo XVIII, se desarrolló de forma sistemática desde principios del siglo XX, debido a la fundación de la Junta para Ampliación de Estudios (1907).

Las escuelas de ingeniería civiles y militares eran conocidas por sus jornadas exhaustivas y una disciplina de trabajo y de comportamiento estricta, proporcionando una formación exigente, poco típica para la época. Por una parte, los estudiantes se quejaban de que los estudios absorbían toda su vida.¹⁵⁸ Al mismo tiempo, el rigor de la selección y la dureza de los estudios constituían un motivo de orgullo.¹⁵⁹ El año escolar variaba según el centro y la época, llegando en algunos casos incluso a los once meses, más un mes de exámenes. Podemos observar una creciente carga horaria de los estudios de los centros civiles y militares a comienzos del siglo XIX, hasta llegar a unas siete u ocho horas diarias. Los estudiantes sólo podían disfrutar del día libre los domingos y algunos días de fiesta. El resto de la semana estaban obligados a asistir a clase, castigándose con repetición del curso las faltas de puntualidad. La puntualidad era una obligación también de los profesores, como describe con mucho humor José

¹⁵⁸ Como por ejemplo hizo Ildefonso Cerdá, que luego iba a convertirse en un ingeniero y urbanista de prestigio, en una carta a su hermano. Citado en: María Luisa Ruiz Bedia, “Sagasta, el trabajo de ingeniero...”, 94. También Eduardo Cabello Ebrentz afirma que tuvo que mudarse de la casa de sus parientes para escapar de la vida social que disfrutaba, pero que no le permitía dedicar el tiempo suficiente a su exigente carrera. Amador Montenegro López (ed.), *Memorias de un ingeniero...*, 141 y 169.

¹⁵⁹ La dureza de los exámenes aparece como motivo de orgullo, por ejemplo, en *Resumen historico del arma de...*, 124.

Echegaray en sus *Recuerdos*.¹⁶⁰ Durante la jornada de estudios, los estudiantes no podían salir del edificio ni recibir avisos de fuera sin un permiso especial. Además existían unas reglas de comportamiento en clase que prohibían incluso “el menor movimiento que pudiera distraer la atención de los compañeros”.¹⁶¹ Sin embargo, según el profesorado, uno no dejaba de ser alumno de una escuela especial al salir de clase: el director de la Escuela de caminos Juan Subercase declaró que los alumnos de la Escuela “habían de observar el mayor decoro y compostura en todas sus acciones y conducta dentro y fuera del establecimiento”¹⁶² y varias fuentes confirman que los estudiantes tenían pánico a encontrarse con alguno de sus profesores cuando estaban de juerga por Madrid.¹⁶³

El sistema de castigos por las infracciones disciplinarias estaba claramente definido en los respectivos reglamentos. No acatar las normas podía traer serias consecuencias. Como rezaba el artículo 113 del Reglamento de la Escuela de caminos de 10 de agosto de 1855: “Las notas...por muy recomendables que sean, no dan derecho alguno al alumno, si no reúne la buena conducta moral, faltándole este requisito ha lugar a la separación de la escuela”. El reglamento de 1870 de la Escuela de minas establecía que los castigos se publicarían en la tablilla de órdenes, seguramente para mayor vergüenza del infractor. La Escuela de ingenieros industriales de Barcelona, la menos *militarizada* de todas, preveía incluso la posibilidad de “arresto” para los alumnos infractores.¹⁶⁴ Esta severa disciplina era objeto de consenso entre los ingenieros. Los profesores de las escuelas veían en ella una parte imprescindible de la formación de los aspirantes a ingenieros. Según ellos, para ser ingeniero-funcionario no bastaba con tener ciertos conocimientos, los alumnos también deberían estar “sujetos a forzosa asistencia, y sometidos a un severo régimen disciplinario”, siendo éste “el único medio de reconocer si reúnen aquellas condiciones de laboriosidad, constancia y subordinación que en los empleados públicos se requieren”.¹⁶⁵ Los ingenieros, recordando los años de sus estudios en la escuela, citaban la dificultad de los estudios y la rigidez de la

¹⁶⁰ José Echegaray, “Recuerdos”, 24-26.

¹⁶¹ Citado en María Luisa Ruiz Bedia, “Sagasta, el trabajo de ingeniero...”, 95. Véase también Vicente de Garcini, “Reseña histórica de la Escuela de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario, (1899).

¹⁶² Citado en Vicente de Garcini, “Reseña Histórica de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario (1899), 2.

¹⁶³ Echegaray en *Recuerdos*, 22-23; y otros, citados en: Javier Fornieles Alcáraz, *Trayectoria de un intelectual de la Restauración...*, 35.

¹⁶⁴ Ramón Garrabou, *Enginyers industrials, modernització...*

¹⁶⁵ El Real Decreto del 23 de octubre 1868, citado en: Javier Fornieles Alcáraz, *Trayectoria de un intelectual de la Restauración*, 35-36.

disciplina alejados de cualquier crítica; al contrario, éstas constituían, como ya se ha dicho, motivo de orgullo y era uno de los argumentos para reclamar el reconocimiento social para los cuerpos y para los individuos que los componían, como también para la profesión de ingeniero.

Junto con la instrucción formal, estos procedimientos debían contribuir a inculcar a los alumnos el espíritu del cuerpo, un fuerte sentimiento de pertenencia y de lealtad y la conciencia de una misión colectiva.¹⁶⁶ El espíritu del cuerpo les permitiría actuar con autoridad, sintiendo detrás de sí el respaldo de toda una comunidad de ingenieros, vivos y muertos, a la vez que les obligaría a respetar ciertos códigos de honor para la mayor gloria del cuerpo y de la escuela que les hizo renacer *como ingenieros*. Reiteremos en este punto que los estudios en las escuelas de ingeniería cumplían las funciones de un ritual de institución tal como lo define Bourdieu, también en su vertiente de un ritual de pasaje de la juventud a la madurez.¹⁶⁷ Esta hipótesis se puede apoyar en varios argumentos. Esta vigilancia y rígida disciplina se impuso en la Escuela de caminos a partir del segundo tercio del siglo XIX, generalizándose en otras escuelas de ingeniería a partir de la segunda mitad de la centuria, cuando la absoluta mayoría de alumnos son hombres muy jóvenes. Recordemos que varios reglamentos imponían la edad máxima para la admisión -25 o 27 años- y no se observa ésta en la primera escuela de ingeniería civil, la del Buen Retiro, cuando se encontraban entre los alumnos hombres maduros, profesionales que querían ampliar y especializar sus conocimientos para incorporarse al cuerpo. Frente al principio del interés personal y la libre voluntad prevaleció la lógica del Estado liberal, según la que las escuelas especiales no sólo debían de proveer de conocimientos necesarios a los futuros funcionarios, sino a la vez de formar y moldear hombres de élite destinados a dirigir la nación. Tanto las exigencias académicas, como la normativa disciplinaria fomentaron la subordinación y la autodisciplina de los individuos, con el objetivo de convertirlos en profesionales modélicos.¹⁶⁸ Se trata de cambios en la forma de entender la enseñanza

¹⁶⁶ Para los ingenieros militares: “A pesar de estos ventajosos resultados no era posible desconocer que si el sistema de escuelas generales podía en realidad proporcionar buenos Oficiales de Ingenieros, distaba mucho de ser bastante eficaz para desenvolver y consolidar aquel espíritu de cuerpo tan provechoso para el Estado como para los individuos, cuando va noblemente encaminado, y que solo se puede crear en un establecimiento especial de enseñanza dando unidad a la instrucción, intimidad a las relaciones y una dirección común a las ideas y tendencias de los que aspiran a servir en una misma carrera.” en *Resumen historico del arma de...*, 118-119. Más sobre este tema también en el capítulo *El desempeño profesional*.

¹⁶⁷ Pierre Bourdieu, *La noblesse d'État. Grandes écoles et...*, 140. Una idea parecida, centrada más en los mecanismos de la forja de la identidad del grupo profesional de ingenieros la defiende Javier Fornieles Alcáraz, *Trayectoria de un intelectual de la Restauración...*, 35-36.

¹⁶⁸ Al carácter cuasi-militar de la Escuela contribuyó también el uso del uniforme. Sobre las influencias

superior y sus “objetos,” los alumnos. Estos cambios tienen que ver, entre otras cosas, con que cada vez se prolonga más la juventud, la inmadurez, y el sistema formalizado de la enseñanza llega a cumplir una función importante y hasta cierto punto novedosa: la de dividir en fases la infancia y la juventud, siendo el fin de los estudios y el comienzo del trabajo el momento de paso de la juventud a la madurez. Los estudiantes son, de este modo, seres que deben ser moldeados para salir de la escuela como “hombres hechos y derechos” con un fuerte sentimiento de pertenencia a un grupo, para corresponder a la imagen del profesional.¹⁶⁹

El profesional modélico representa un nuevo ideal de la masculinidad hegemónica que se iba forjando a lo largo de los siglos XVIII y XIX. Frente a la ociosidad de los aristócratas y la forzosa¹⁷⁰ ociosidad de las mujeres de su clase, pero también frente al trabajo físico de los hombres y mujeres trabajadores, se erige un nuevo modelo de la masculinidad hegemónica vinculada con el trabajo cualificado y con la *expertise*, que incluye una preparación formal que combina el conocimiento teórico con el afán de utilidad. Estos rasgos lo distinguen de otra variante de la masculinidad hegemónica en construcción durante el siglo XIX, la del propietario activo, fuera terrateniente, banquero, comerciante o industrial. En ambas variantes, los portadores de la masculinidad hegemónica estaban destinados a asumir la famosa “carga del hombre blanco”, la de gobernar. En el caso de los ingenieros se trataba de supervisar el trabajo de los celadores, de los capataces, de los peones, de los jornaleros o de los obreros. Esta autoridad no se la otorgaba ni el privilegio de nobleza, como en el ejército del Antiguo Régimen; ni la edad y la experiencia, como había sido el caso de clásico modelo gremial; ni siquiera la propiedad, como fue el caso de los industriales y capitalistas; sino su posición de experto -fuera dentro de la Administración o en el sector privado- basada en la superioridad de su instrucción, sobre todo en el conocimiento teórico. Los

militares en los centros de enseñanza decimonónicos, Geoffrey Best, “Militarism and The Victorian Public School”, en B.Simon y Ian Bradley (eds.), *The Victorian Public School*, Humanities Press, Dublin/Atlantic Highlands, N.J., 129-141. Sobre los uniformes de los ingenieros españoles, Manuel Silva Suárez, *Uniformes y emblemas de la ingeniería civil española, 1835-1975*, Institución ‘Fernando el Católico’, Zaragoza, 1999.

¹⁶⁹ Sobre la juventud y la modernidad Giovanni Levi y Jean-Claude Schmitt (eds.), *A History of Young People. Stormy Evolution to Modern Times*, vol. 2, The Belknap Press of Harvard University Press, Mass./Londres, 1997.

¹⁷⁰ Seguramente muchas de las mujeres de la clase media alta urbana tenían perfectamente asumido el hecho de no trabajar, incluso puede que lo percibieran como un privilegio y un símbolo de estatus frente a las mujeres pobres. No obstante, mientras los hombres de las familias adineradas disponían de la posibilidad de elegir si vivir de la renta o hacer carrera, esta opción les estaba vedada a las féminas. Por otra parte hay que admitir que la posición privilegiada del género masculino tenía su coste para los varones individuales: según avanzaba el siglo XIX, era cada vez menos aceptable que un hombre, incluso siendo rico, no trabajara.

graduados de las escuelas especiales, hombres jóvenes de poca experiencia práctica, se encargaban de supervisar una serie de tareas en un determinado territorio (sea una fábrica o una división territorial bajo su competencia), disponiendo de una amplia autonomía. Para que cumplieran con su deber, había que pasar por una fase de preparación que les dotaba no solo de conocimientos, sino también de disciplina, de capacidad de autocontrol, y de la voluntad de obedecer y de mandar dentro de un sistema jerárquico.¹⁷¹

Dentro de esta preparación, había mecanismos para verificar los conocimientos. Los estudios en las escuelas especiales estaban marcados por una larga serie de pruebas, empezando por el examen eliminatorio al final del primer año. Este tipo de pruebas servía para asegurarse de que los alumnos conservaban los conocimientos adquiridos, pero también para estimular su “celo” y competitividad.¹⁷² Pasar el examen de ingreso no garantizaba a los aspirantes que se convertirían en ingenieros: si suspendían en alguna materia, solo podían repetir el examen bajo ciertas

¹⁷¹ Disciplina, austeridad, laboriosidad, subordinación, aunque éste fuera el ideal y la imagen que querían transmitir los ingenieros decimonónicos y que ahora re-trasmiten muchos textos sobre la historia de las ingenierías, resulta interesante anotar los períodos de caos y desorganización que vivieron las escuelas, además de unas rebeliones estudiantiles que llegaron a alternar seriamente el funcionamiento de algunas instituciones. Como observa Sáenz Ridruejo para el caso de la Escuela de caminos, solían liderar estas rebeliones los estudiantes de cursos superiores, con buenos resultados académicos, quienes ya habían entrado en el cuerpo, recibían su sueldo y se sentían más inmunes a las posibles represalias. El primer levantamiento importante tuvo lugar en 1837 como reacción a la rígida disciplina impuesta por el nuevo director Subercase. Aunque el reglamento que imponía unas normas estrictas había entrado en vigor ya unos años antes, la Escuela por lo visto seguía funcionando como en los años de Betancourt –incluidas jornadas cortas y disciplina relajada, por lo que concernía a la asistencia y la puntualidad-. Cuando la nueva dirección intentó imponer el cumplimiento del reglamento, los estudiantes protestaron, liderados por uno de los mejores alumnos del centro. El director reprimió la rebelión y los estudiantes se vieron obligados a aceptar las nuevas reglas. Con el paso de tiempo se convencieron de la utilidad de estas normas, como se puede intuir del hecho de que siendo ellos profesores, incluso directores de la Escuela, también las aplicaron con vigor. ¿Acaso se trataba de la transición dolorosa de un modelo de enseñanza a otro, de un modelo individualista a otro que trabajaba con el colectivo, de uno elitista dieciochesco que desarrollaba las habilidades de unos pocos individuos privilegiados a otro que fabricaba funcionarios eficientes para el sistema jerárquico de la burocracia estatal? La respuesta es difícil, porque esta dicotomía peca de reduccionista: no fue la Escuela de Betancourt una institución tan “caballeresca” –dado que su objetivo fue producir empleados del Estado- y tampoco representa la Escuela de Subercase un centro de enseñanza masiva, teniendo en cuenta que el número de graduados solía rondar alrededor de unos ocho al año. Fernando Sáenz Ridruejo, *Ingenieros de Caminos del siglo XIX*, 84 y 123; Vicente de Garcini, “Reseña histórica de la Escuela de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario, (1899); Antonio Rumeu de Armas, *Ciencia y tecnología en la España...*, 456.

¹⁷² Por ejemplo, a finales de cada curso, la Junta de la Escuela de Caminos elaboraba una “clasificación...de los alumnos de la Escuela,...atendiendo, á su comportamiento en todas las clase[s] durante el curso último, á los exámenes que han sufrido en fin de él, á los trabajos gráficos de delineación, lavado, dibujo topográfico y de paisaje, que han ejecutado en el mismo, y finalmente, á su conducta, subordinación y exactitud observada dentro y fuera del establecimiento se les orden[aba]” del mejor al peor. El Acta de la Junta de Escuela de 1844 reproducido en María Luisa Ruiz Bedia, “Sagasta, el trabajo de ingeniero hacia 1850”, en *Sagasta ingeniero. Ciclo de conferencias*, Colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos, Madrid, 2002, 91.

condiciones y si no las reunían, deberían abandonar la carrera.¹⁷³ Dada la dificultad de las carreras, el porcentaje del fracaso era bastante elevado.¹⁷⁴ Durante la última etapa de estudios, las asignaturas se volvían más prácticas, en algunos casos los estudiantes pasaban a ser miembros del cuerpo, recibiendo un sueldo, y los mejores entre ellos incluso se encargaban de la enseñanza de los alumnos de primero y segundo dentro del sistema monitorial de enseñanza mencionado previamente.¹⁷⁵ Al finalizar los estudios en las escuelas especiales, a los ingenieros se les solía exigir algún tipo de prácticas. Los aspirantes a ingenieros de minas deberían pasar un año trabajando en un establecimiento minero. Los de caminos eran enviados a las provincias para trabajar a las órdenes de ingenieros con experiencia. El resultado de los exámenes finales, acompañados en ocasiones por los informes sobre las prácticas realizadas o por una memoria de fin de carrera, servía para asignar a cada alumno una posición en la promoción del año, la que determinaba el orden de la colocación en el escalafón del cuerpo.¹⁷⁶ Los ingenieros de minas tuvieron además que superar una oposición. Los ingenieros industriales, por otra parte, recibían un diploma que certificaba la adquisición de un título profesional.

Todo este sistema se basaba en premiar el mérito y en establecer una jerarquía. La competitividad era una característica que penetraba el funcionamiento de las escuelas especiales. No solamente en cada promoción los graduados estaban numerados en el orden que les correspondía según sus resultados académicos, sino que una escala parecida se elaboraba a finales de cada curso. Cada uno sabía quién era el mejor y de esto también dependían sus posibilidades profesionales (a los mejores se les ofrecía dar clases en la escuela, algunos se incorporaban al cuerpo con una categoría más alta que el resto). La competencia no se limitaba al funcionamiento interno de las escuelas. Los alumnos, representantes de la nación, iban a competir también con los extranjeros. Como declara el director de la Escuela de caminos Juan Subercase: “quiero que los alumnos de esta escuela puedan rivalizar con los extranjeros y aventajarles”.¹⁷⁷ La competitividad es un rasgo vinculado con el sistema meritocrático “basado en la idea de que cada uno obtiene lo que se merece/según lo que vale, uno de los ideales

¹⁷³ “Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales, Puertos y Faros”, *Revista de Obras Públicas*, 23 (1856), 267.

¹⁷⁴ De los 259 alumnos admitidos a la Escuela entre 1834-1848 sólo 97 llegaron a ser ingenieros. “Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales, Puertos y Faros”, *Revista de Obras Públicas*, 23 (1856), 267.

¹⁷⁵ *Ibidem*, 267. Para minas: Luis Mansilla Plaza y Rafael Sumozas García-Pardo, “La ingeniería de minas: de Almadén...”, 98.

¹⁷⁶ María Luisa Ruiz Bedía, “Sagasta, el trabajo de ingeniero...”, 96.

¹⁷⁷ Fernando Sáenz Ridruejo, *Ingenieros de Caminos del siglo XIX*, 71.

organizativos de la sociedad moderna”.¹⁷⁸ La desigualdad que existe no es, por lo tanto, injusta, y es *natural*, si los criterios para medir el mérito son objetivos. La competencia según estos criterios “objetivos” es, dentro de este sistema, una manera adecuada de establecer jerarquías en un grupo/una sociedad que predica la igualdad de oportunidades y la inexistencia (o ilegitimidad) de privilegios.¹⁷⁹

“Ella [La Escuela de Caminos], con su sencillez espartana y severidad de claustro, con su noble emulación y sus campañas laboriosas, duro gimnasio de la inteligencia y piedra de toque de la constancia, templaba para siempre las fibras de la voluntad y de la acerada lógica, que no se doblará ante el sufrimiento, e infunde en el alma una especie de filosofía que hace desdeñar ciertas miserias”.¹⁸⁰

Las primeras escuelas de ingeniería se crearon en España con el propósito de formar hombres para servir al Rey/al Estado. Este hecho imprimió un carácter particular a dichos establecimientos. Entre sus rasgos principales figuran la formación definida como científica y útil, como también los procedimientos meritocráticos, dos maneras interrelacionadas de otorgar legitimidad a los futuros oficiales/funcionarios.¹⁸¹ Asimismo subrayemos la disciplina (cuasi)militar y el esfuerzo por inculcar a los alumnos el espíritu de cuerpo, imprescindibles para que los alumnos desarrollaran el sentimiento de lealtad tanto dentro de las relaciones jerárquicas como entre pares, y para que fueran capaces de actuar como grupo. Estas prácticas contribuyeron a dotar a los alumnos de autoconfianza para que asumieran el poder de decisión y de mando, y “vivieran el privilegio como un deber”.¹⁸² Las escuelas de ingeniería no eran meros centros de instrucción, sino que se convirtieron en lugares con alta carga simbólica -entre un cuartel y un monasterio- en los que se producía la transformación del hombre joven al ingeniero – hombre encargado de llevar a cabo una misión, la del progreso y de la civilización.¹⁸³ En el *corpus* de conocimientos los futuros ingenieros recibían el

¹⁷⁸ Ken Alder, “French Engineers Become Professionals...,” 94-95.

¹⁷⁹ El valor de la *competitividad* no tiene porqué estar en contradicción con el *compañerismo*, sobre todo si los criterios del mérito son aceptados como objetivos o justos por todos. Ejemplos prácticos de la coexistencia de la competitividad y el compañerismo en la Escuela de caminos, Amador Montenegro López (ed.), *Memorias de un ingeniero...*

¹⁸⁰ B.M., “El ingeniero de Caminos”, *Revista de Obras Públicas*, 5 (1875), 55.

¹⁸¹ Según Alder, “la meritocracia planeada...era una construcción política deliberada, un espacio social donde se valoraba y premiaba un nuevo tipo de resultado, que estaba dirigido hacia objetivos nuevos – al servicio del Estado”. Ken Alder, “French Engineers Become Professionals...,” 124.

¹⁸² Esta definición es de R. H. Wilkinson, “The Gentleman Ideal and the...”, 142.

¹⁸³ Esta metáfora no pretende ser original. Los ingenieros utilizaron a menudo metáforas bélicas, hablaron del sacerdocio, de templos de ciencia etc., y los historiadores de la ingeniería obviamente prestaron atención a este lenguaje. Vicente Casals Costa, *Los ingenieros de montes en la España...*, 38-40. Juan Pan-Montojo ha puesto la palabra apostolado directamente en el título de su libro sobre los ingenieros agrónomos: Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología...*

dogma, mientras los procedimientos de selección y de disciplina les proporcionaban las herramientas para extenderlo por el mundo.

En mi opinión, estos eran asimismo los factores que hicieron que la formación se convirtiera en la manera más potente de forjar comunidades imaginarias estables y preparadas para la acción, con un alto grado de coherencia, capaces de librar y resolver conflictos internos sin fraccionarse. Era en las escuelas especiales donde se fraguaban, las comunidades imaginarias de ingenieros, unidas por lazos institucionales, por conocimientos comunes y por el espíritu del cuerpo. El prestigio que las escuelas de ingenieros al servicio del Estado alcanzaron les convirtió en modelo para otras instituciones, incluso para aquellas que fueron creadas con objetivos diferentes.

Parte I. Los ingenieros en España

Capítulo 3 – Identidades y Discurso

Este capítulo afronta desde distintos puntos de vista las cuestiones que plantea a la historia de los ingenieros españoles la historia cultural. Su primera parte, “*Nosotros, los hijos del Progreso y de la Civilización*”, trata de examinar la redefinición decimonónica de la categoría de ingeniero, entendiéndola en primer lugar en su sentido de una identidad colectiva. Prestar atención a la multiplicidad de las identidades, a las dinámicas de la coexistencia, el solapamiento y la competencia entre ellas, supone un paso necesario para proceder al análisis de la configuración del discurso de los ingenieros y de sus cambios a lo largo del tiempo, el objetivo del segundo apartado. El cuadro ofrecido en este capítulo está esbozado con líneas gruesas, ya que pretende cubrir un campo extenso temporalmente y complejo, debido a la inclusión de todas las ramas de la ingeniería decimonónica en España. Por lo tanto, en la sección *Palabras de la ciencia útil* ofreceré las grandes pautas discursivas, acompañadas en ocasiones por ejemplos de diversidad y por estudios de caso. El relato no pretende ser exhaustivo, y más que exponer una visión completa y detallada, aspira a permitir una comparación a gran escala, además de abrir puertas para futuras investigaciones que profundizen en distintos aspectos de la cuestión.

1. “*Nosotros, los hijos del Progreso y de la Civilización*”

Hombre de la ciencia al servicio del rey, oficial o funcionario facultativo, profesional liberal, dueño de empresa o empleado en el sector privado, la categoría de *ingeniero* -o sus variantes específicas- constituía una de las múltiples identidades de un número significativo de hombres en la España del largo siglo XIX. En este apartado examinaré cómo se articularon estas categorías, qué redefiniciones sufrieron, cuáles eran las dinámicas entre ellas y las tensiones en sus límites. Al examinar la configuración de las identidades de ingeniero me he beneficiado de las aportaciones constructivistas que postulan el carácter construido, múltiple, inestable y maleable de las identidades, sobre todo por la noción de *comunidad imaginada* propuesta por Benedict Anderson.¹ Aunque Anderson acuñara esta expresión para caracterizar la nación, inspirándose en planteamientos antropológicos, sus definiciones sirven, según mi opinión, para los propósitos de este trabajo. El adjetivo *imaginada* hace referencia a que las personas a pesar de no conocer a todos los miembros de la comunidad, comparten la visión de aquella comunidad y están unidas por el sentimiento de pertenencia a la misma. Asimismo, de forma parecida a la nación tal como la define Anderson, las comunidades analizadas aquí son imaginadas como *limitadas*, y sus fronteras -

¹ Sobre las distintas teorías de identidad, véase: László Vörös, “Methodological and Theoretical Aspects of ‘Social Identities’ Research in Historiography”, en Lud’a Klusáková y Steven G. Ellis (eds.), *Frontiers and Identities. Exploring the Research Area*, Edizioni Plus, Pisa, 2006, 28-33.

aunque borrosas y elásticas en ocasiones - las separan de otros grupos imaginados como diferentes. Y, siguiendo a los planteamientos de Anderson, se trata de *comunidades*, ya que independientemente de las jerarquías internas, son entendidas como hermandades en las que los miembros comparten el reconocimiento mutuo, los valores comunes y una camaradería, lealtad y solidaridad de carácter horizontal.² A otro nivel de análisis, me he inspirado en algunos planteamientos desarrollados por la sociología figurativa de Norbert Elias. En particular destacaría el énfasis en el carácter fluido, cambiante y dinámico de las figuraciones, como pueden ser los grupos profesionales. Otro punto importante es la atención prestada a la interrelación y a la interacción, algo que me permite centrarme en el conflicto, examinar las tensiones y los lazos entre las distintas figuraciones y dentro de ellas.³

Para analizar la redefinición de las identidades de ingeniero durante el largo siglo XIX, identificaré las posiciones de sujeto en un marco amplio de textos producidos por las personas e instituciones relacionadas con la ingeniería decimonónica. Prestaré una atención especial a la construcción de las imágenes de la Alteridad como una parte clave de la representación de sí mismo. Además, partiendo del reconocimiento del Estado como el agente más importante de identificación y clasificación, trataré inevitablemente su papel en la configuración de las identidades colectivas como ingenieros y en la estabilización e institucionalización de las prácticas discursivas.

En mi esfuerzo por analizar los textos en búsqueda de las identidades de ingeniero, la noción de *posiciones de sujeto* desarrollada por Michel Foucault, me ha resultado sumamente útil. Prestar atención a la distribución de roles y de *posiciones de locutor* en los textos permite identificar la interacción de estos textos como configuración y perpetuación de *discursos corporativo-profesionales* de los ingenieros y ofrece pistas sobre su arquitectura conceptual. Ante todo, hay que apuntar que el sujeto no es equivalente al autor del texto. Como dice Foucault en *Arqueología del saber*: “la posición...está determinada por la existencia previa de cierto número de operaciones efectivas que quizá no han sido realizadas por un solo individuo (el que habla actualmente), pero que pertenecen por derecho al sujeto enunciante, que están a su disposición y que él puede volver a poner en juego cuando lo necesite. Se definirá el sujeto de tal enunciado por el conjunto de esos requisitos y de esas posibilidades, y no se le describirá como individuo que habría efectuado verdaderamente unas operaciones, que viviría en un tiempo sin olvido ni ruptura, que habría interiorizado, en el horizonte de su conciencia, todo un conjunto de propensiones verdaderas, y que conservaría, en el presente vivo de su pensamiento, su reaparición virtual (...).”⁴

Existen distintas variantes de posición de sujeto a nivel pragmático del lenguaje y su examen

² Benedict Anderson, *Imagined Communities. Reflections on the Origin and Spread of Nationalism*, Verso, Londres/Nueva York, 1993, 5-7.

³ Norbert Elias, *Sociología fundamental*, Gedisa, Barcelona, 1975.

⁴ Michel Foucault, *La arqueología del saber*, Siglo XXI, México, 1983, 157.

ofrece respuestas elocuentes sobre las formas de autorrepresentación, como también sobre las maneras de alcanzar la legitimidad. Sin embargo, las relaciones sistemáticas entre la forma gramatical, el género del texto y el público al que se dirige se pueden observar una vez que las posiciones de sujeto han adquirido cierta estabilidad. Un proceso éste estrechamente vinculado con la institucionalización de la ingeniería dentro de los marcos más amplios de la *ciencia* y de la *construcción del Estado*. Por lo tanto, antes de identificar estas relaciones en los textos de la segunda mitad del siglo XIX y los primeros años del XX, resulta imprescindible adentrarse en el más confuso panorama de finales del siglo XVIII y la primera mitad del XIX.

Analizando los textos de los comienzos de este primer periodo en los que se habla de la ingeniería o de los ingenieros, y sobre todo aquellos en los que alguien se identifica o es identificado como tal, llama la atención inmediatamente la manera intermitente de la que aparece la palabra, como también la multiplicidad y el carácter cambiante de las formas de autodefinición. Una autodefinición sistemática como ingeniero se observa solamente en caso de los hombres que formaron parte del Real Cuerpo de Ingenieros, es decir, los ingenieros militares. La asimilación de la categoría de ingeniero a la pertenencia al ejército era tal que ni estos hombres ni los que mencionan el cuerpo y a sus miembros en los documentos oficiales sentían habitualmente la necesidad de especificar su carácter de *militar* o *del Ejército*.⁵ Por otra parte, unido al nombre de la persona figuraba frecuentemente el rango que ostentaba dentro de la jerarquía del cuerpo. De estas pautas queda patente que más que una profesión, ser ingeniero era percibido como una carrera militar. Esta visión se inscribía dentro de la tradición potente e influyente a nivel europeo y americano de la ingeniería hispana. Tradición que estuvo estrechamente vinculada con el servicio al rey en tareas de todo tipo y marcada por la institucionalización de la actividad de los ingenieros dentro del ejército como parte del proyecto borbónico de reformas. Estas reformas consistían especialmente en la fundación de dicho Real Cuerpo de Ingenieros a principios del siglo XVIII, en la sistematización de su intervención en las tareas de guerra y de paz (división del cuerpo en tres secciones en 1774), y en la organización de los centros de enseñanza especializada que culminó con la inauguración en 1803 de la Academia del Real Cuerpo de Ingenieros. Asimismo resulta clave apuntar hacia la diferenciación borrosa de las esferas civil y militar dentro de las prácticas administrativas de la monarquía hispana. Es precisamente el periodo analizado (finales del XVIII y principios del XIX) cuando se intensificaron las operaciones de diferenciación de los espacios de acción civil y militar. En el tema que nos concierne, subrayemos que los promotores de la creación de los cuerpos civiles de ingenieros empezaron a recurrir sistemáticamente a esta dicotomía,

⁵ Esta actitud perduró en el siglo XIX. Mientras los ingenieros civiles identificaron sistemáticamente a los ingenieros del Ejército como *ingenieros militares*, y a sí mismos según su cuerpo/especialidad, los ingenieros del Ejército seguían refiriéndose a sí mismos simplemente como *ingenieros*. Para un sinfín de ejemplos, véase la revista *Memorial de Ingenieros*.

hablando de los ingenieros *militares* para confinarlos en el espacio de la guerra, para excluirlos de las tareas no-bélicas y para consolidar así el espacio de acción para los nuevos cuerpos de ingenieros. Los resultados de este proceso de diferenciación quedarían evidentes en el segundo tercio del siglo XIX con la consolidación de la oposición ingeniero civil – ingeniero militar, típica para la ingeniería española.

Descontando a los ingenieros del Real Cuerpo, resulta más fácil encontrar textos que hablan sobre los ingenieros que textos en los que alguien se identifica a sí mismo como tal. Las personas vinculadas con la ingeniería prefirieron autodefinirse de forma distinta. Ofrecían credenciales de carácter personal y difuso, incluido el buen nombre de su familia, su educación y su experiencia, generalmente amplia y ecléctica, y sobre todo su rango militar o cargo administrativo que ostentaban temporal o permanentemente. Desde luego que no formaron una comunidad imaginada de ingenieros y, por lo tanto, no se puede hablar de un discurso de los ingenieros, sea corporativo o profesional. El marco identitario de estos hombres adquiriría estabilidad a través de lazos personales, en el contexto de una administración que también tenía un pronunciado carácter personal. A otro nivel, se trataba de hombres ilustrados al servicio del rey, de hombres de la ciencia miembros de una *República de Letras* con aspiraciones universales, dispuestos y capaces de reconocerse mutuamente a través de las fronteras de los países.

Sin embargo, en esta época surgieron proyectos que aspiraron explícitamente a la creación de la figura del ingeniero civil, entendido en el sentido de un *facultativo* al servicio del rey dedicado a las tareas relacionadas con la nueva forma de entender la acción interventora de la Corona. Durante esta primera época se fue perfilando el uso del término *ingeniero civil* en oposición con el *ingeniero militar*, que caracterizaría -como ya se ha constatado- la historia y la historiografía de la ingeniería española. Esta oposición revela el papel importante que desempeñó la ingeniería militar en la definición de la ingeniería en España, un hecho que no resulta sorprendente teniendo en cuenta su larga tradición y su grado de consolidación. Denota también el peso del aparato administrativo de la monarquía en la redefinición de la ingeniería: los ingenieros civiles fueron *creados* en distintas especialidades según el modelo militar para ocuparse de los nuevos ámbitos de intervención administrativa. La debilidad de la competencia desde el sector privado para imponer una definición alternativa es elocuente: los ingenieros que trabajaron en el sector privado se *incorporarían* a la categoría de *ingeniero civil* acuñada para los cuerpos de funcionarios no-militares.⁶ Esta definición, por obvia que parezca, es específicamente española: en Gran Bretaña, el término *ingeniero civil* surgió como autodefinición por parte de los hombres que trabajaron en la resolución de problemas

⁶ Obviamente hubo resistencia activa y pasiva a los intentos por parte de los ingenieros al servicio del Estado de monopolizar la denominación de *ingeniero*. Sin embargo, los ingenieros sin formación superior no plantearon un uso alternativo de la categoría de *ingeniero civil*, sino que aspiraron ser reconocidos como tales, junto con los ingenieros-funcionarios.

técnicos a nivel particular, ofreciendo sus servicios a los clientes, en oposición con los *ingenieros del rey*, fuesen éstos últimos empleados en tareas de carácter militar o civil. En Francia, la oposición se constituye entre los *ingenieros del Estado*, militares o no, que compartieron la formación en la *École Polytechnique* y luego se dividieron en cuerpos de carácter civil o militar, y los *ingenieros civiles* - graduados de otras escuelas de ingeniería o de formación práctica cuyo principal destino era el trabajo en el sector privado.⁷ En España, al contrario, el término *ingeniero civil* se consolidaría para englobar tanto a los ingenieros al servicio del Estado como a los ingenieros empleados en el sector privado, basándose en su formación en las escuelas civiles y en su trabajo en las tareas de carácter no-militar.

Sin embargo, ni la categoría global de ingeniero, ni siquiera la parcial de ingeniero civil dominaron el panorama durante la primera mitad del siglo XIX. Además de la figura consolidada del ingeniero del Ejército, empezaron a proliferar denominaciones de estabilidad efímera como ingenieros hidráulicos, ingenieros cosmógrafos, ingenieros geógrafos o ingenieros de puentes y calzadas que -más que categorías identitarias- eran testigos de los intentos intermitentes del despliegue administrativo del absolutismo ilustrado y de los primeros pasos titubeantes hacia el Estado-Nación. Entre estas denominaciones había algunas que a medio plazo consiguieron convertirse en categorías identitarias: la de ingeniero de caminos y canales, la de ingeniero de minas y la de ingeniero de montes. Los ingenieros de caminos fueron moldeados bajo la inspiración francesa (la *École* y el *Corps des Ponts et Chaussées*), adaptada a la organización administrativa española (la Superintendencia de Caminos existente desde 1778). A un nivel más profundo, detrás de su creación y consolidación subyacía la noción de las vías de comunicación como arterias de circulación, imprescindibles para facilitar el comercio y el control del territorio. En este punto, algunos altos cargos del gobierno interiorizaron los predicamentos de los fisiócratas sobre la importancia de la circulación para el fomento del poder y de la riqueza del país y aceptaron como su deber el dar un impulso a la construcción y el mantenimiento de las vías de comunicación, fueran terrestres o acuáticas.⁸ Con este propósito se creó un cuerpo de facultativos, quienes más adelante recibieron la denominación oficial de ingenieros gracias a la iniciativa de los hombres de ciencia vinculados con el proyecto, ya que éstos pretendían consolidar el perfil científico de estos facultativos y dotarles de estatus asemejándoles a los ingenieros – oficiales del ejército.

⁷ André Grelon e Irina Gouzévitch, “Reflexión sobre el ingeniero europeo en el siglo XIX: retos, problemáticas e historiografías”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en España*, vol. 4..., 269-321.

⁸ Agustín de Betancourt y Juan López de Peñalver, “Memoria sobre los medios de facilitar el comercio interior, 20 de junio de 1791”; Juan López de Peñalver, “Catálogo del Real Gabinete de Máquinas. 1794”, textos reproducidos en *Escritos de López de Peñalver*, Madrid, Instituto de Cooperación Iberoamericana/ Instituto de Estudios Fiscales, Madrid, 1992, 5-32 y 145-147. Agustín de Betancourt, “Noticia del estado actual de los caminos y canales de España. Causas de sus atrasos y defectos, y medios de remediarlos en adelante,” *Revista de Obras Públicas*, 5 (1869), 54-58; 6 (1869), 68-71; 10 (1869), 115-116; 13 (1869), 156-157. (El documento original es del 28 de abril de 1803, en el n.5 de la *Revista de Obras Públicas* aparece una vez datado incorrectamente al año 1808, pero en el resto de las ocasiones consta el año correcto, 1803).

En cuanto a los ingenieros de minas, fue en las décadas 1820-1830 cuando se empezó llamar de esta forma a los “mineros”, “delineantes” o “geómetras subterráneos” formados desde 1777 en la Academia de Almadén. Esta denominación apareció como rango administrativo concreto para pronto convertirse en el nombre genérico de todos miembros del cuerpo facultativo de minas. Solamente podemos especular sobre la influencia que tuvo en esta opción el ejemplo de los ingenieros de minas extranjeros o de otros facultativos españoles como los ingenieros de caminos o los del ejército. Por otra parte, los facultativos de Montes habían sido concebidos como ingenieros (*de bosques*) incluso antes de que llegaran a existir de hecho. Es significativo que fue poco después de instaurarse el régimen liberal en España cuando en 1835 se planteó la creación de un Cuerpo de ingenieros civiles que englobaría a los ingenieros de caminos, de minas, de bosques y los ingenieros geógrafos. Los ingenieros organizados en cuerpos facultativos eran concebidos como agentes eficaces de las políticas de transformación e intervención dentro del marco de un Estado liberal en construcción. Al menos hasta los años 1840, la denominación de ingeniero se entendía ante todo en el sentido de un facultativo civil o militar, miembro de un cuerpo al servicio del rey/del Estado, aunque el papel de la formación especializada como base del carácter de facultativo iba a provocar una dislocación del significado de la palabra en las siguientes décadas.

Como se ha constatado, ser “ingeniero” tardó en convertirse en una categoría identitaria importante más allá del Ejército. Para interpretar esta tardanza, hay que tener en cuenta la vinculación descrita en los párrafos anteriores de la figura del ingeniero con la intervención administrativa. Esta relación hace que para entender la consolidación lenta de las identidades de ingeniero fuera del ejército debemos mirar hacia un contexto más amplio: en la España de los primeros años del siglo XIX se dieron signos de cambio de paradigma que se plasmaron dentro del ámbito de la acción de los gobernantes en los intentos de mayor uniformidad y sistematización, en la introducción de procedimientos impersonales y, sobre todo, en el surgimiento de la idea de la administración como servicio a la Nación. Sin embargo, este cambio de paradigma se desarrolló en forma de luchas discursivas con unas plasmaciones muy reales: conflictos políticos, guerras, sublevaciones, represalias, como también de resistencia pasiva en forma de desidia y negligencia. La inestabilidad institucional extrema, producto de la falta de consenso alrededor de los principios básicos de la legitimidad del poder y de la organización del gobierno, no contribuyó precisamente a que los hombres que pasaron por los cuerpos y por las escuelas civiles que surgieron, desaparecieron y volvieron a resurgir en el primer tercio del siglo XIX pudieran consolidar sus identidades de ingenieros. Por lo tanto, hasta finales de los 1830 nos encontramos con un panorama parecido al momento del cambio de siglo en cuanto a las identidades. En este panorama las personas se siguieron definiendo a través de referencias múltiples, como credenciales personales y familiares y, sobre todo, cargos oficiales de duración limitada. Se observa, sin embargo, una

novedad en cuanto a que cada vez una mayor parte de los personajes adquieren un perfil político. Es en esta época en la que echan raíces las futuras hagiografías de los ingenieros liberales.

Los signos de surgimiento fuera del ámbito militar de unas identidades de ingeniero con cierta fuerza y continuidad empezaron a manifestarse en la década de los 1830, pero sobre todo a partir de los 1840. Estas categorías identitarias eran producto de la institucionalización de las prácticas discursivas de la ciencia aplicada y de la intervención administrativa de las élites ilustradas, retomadas y redefinidas desde el liberalismo decimonónico. Se caracterizaron por su origen en los cargos administrativos en concepto de miembros de cuerpos facultativos: ser ingeniero significaba formar parte de un cuerpo de funcionarios. No obstante, la definición de estos cuerpos como facultativos planteaba desde el principio la cuestión de la *expertise* verificable. La consolidación de las escuelas especiales como centros que garantizaran al Estado un perfil adecuado de los facultativos dio lugar a una creciente vinculación de la identidad de ingeniero con un *corpus* de conocimientos adquirido a través de la formación estandarizada. Mientras hasta los 1830, e incluso en los 1840 lo que definía al ingeniero era su pertenencia a un cuerpo, en la segunda mitad del siglo iba a ser la formación, entendida como científica.⁹ Esta operación suponía excluir a los prácticos y limitar severamente la fluctuación entre distintas categorías. Por otra parte, permitía abrir las puertas a la separación entre el reconocimiento de una persona como ingeniero y su paso por un cuerpo facultativo. A esta desvinculación contribuyó de forma decisiva la apertura de centros de enseñanza destinados a formar ingenieros industriales y agrónomos, no diseñados para nutrir a cuerpos de facultativos, sino con el propósito de producir personas altamente formadas que encontrarían trabajo en el sector privado, o que eventualmente fuesen contratados por el Estado o por la administración provincial o municipal a título individual.

De este modo, a mediados del siglo XIX la identidad de ingeniero quedó anclada en la formación en una de las escuelas especiales. Por lo tanto, en vez de hablar de la identidad de ingeniero, haría falta referirse a las identidades de ingeniero del Ejército, caminos, de minas, de montes o industrial, consolidadas durante el largo proceso de formación en una escuela especial concreta y reconocidas por el Estado y por un grupo cada vez más amplio de pares. Esta percepción rivalizaba con algunas reticencias del corporativismo facultativo a reconocer como ingenieros a personas con igual formación, pero sin la debida categoría administrativa, y sobre todo con la resistencia de los prácticos a renunciar a la autodefinición de ingeniero. Asimismo, el anclaje de las identidades de ingeniero en la formación se vio fuertemente contestado por la presencia de un gran número de ingenieros extranjeros que trabajaron en la península. El peso del capital extranjero y la

⁹ Silva y Lusa llaman la atención a que el de ingeniero no era un título académico, sino a que, de hecho, el término “ingeniero” se refería a unos grados concretos dentro de la organización interna de los cuerpos. Esta visión restrictiva coexistía con otra corporativa, ya que a la vez se trataba de cuerpos de ingenieros. Manuel Silva y Guillermo Lusa, “Cuerpos facultativos del Estado *versus* profesión...”, 325.

admiración sentida en España por la ingeniería de sus países de procedencia contribuyó a que estos hombres fueran generalmente reconocidos como ingenieros, independientemente de su formación, contrarrestando el afán monopolizador de los egresados de las escuelas especiales españolas.¹⁰ Sin embargo, el papel determinante de la formación en la autodefinición de una persona y en su reconocimiento como ingeniero estaba encaminado hacia adquirir una posición hegemónica para definir los contenidos de las distintas categorías identitarias de ingeniero. Una tendencia parecida se puede observar a lo largo del siglo XIX en otras *sociedades credenciales* como Francia o Italia, mientras países como Gran Bretaña o los Estados Unidos ofrecían un panorama bien distinto, en el que ingeniero se definía como tal ante todo por el trabajo que desempeñaba, independientemente de su formación o de la falta de ella.¹¹

El segundo tercio del siglo XIX se caracterizó, como hemos podido observar, por la institucionalización de la ingeniería civil dentro del Estado y por la consolidación de una serie de identidades de ingeniero. La autodefinición como ingeniero o como ingeniero de un cuerpo o de una especialidad concreta adquirió prominencia, creciendo de forma exponencial. La proliferación de las referencias iba estrechamente vinculada con la expansión de los textos, que incluía la aparición de nuevos formatos vinculados tanto con la Administración como con el nuevo espacio de interacción que representaba la opinión pública: reales órdenes, reglamentos, informes, proyectos, memorias y dictámenes; y también revistas, artículos en periódicos, cartas al director, discursos, memorias personales y poemas. El análisis permite afirmar que los discursos corporativo-profesionales de los ingenieros estaban fraguando rápidamente, sobre todo en sus variantes corporativas, apoyándose en unas comunidades imaginadas que adquirieron relativa coherencia gracias a la institucionalización, y que se definían a veces en oposición la una con la otra, pero a menudo eran capaces de fundirse en una a un nivel superior.

Estos resultados básicos del análisis me permiten retomar las propuestas de Foucault desarrolladas por Ifversen y examinar de forma más detallada las posiciones de sujeto en los textos producidos por los ingenieros en la segunda mitad del siglo XIX y en los primeros años del XX. El examen de una amplia selección de textos y prácticas de carácter variado me ha permitido observar que existen relaciones sistemáticas entre la forma gramatical, el género del texto (o tipo de práctica) y el público al que se dirige.

¹⁰ Esta dualidad se puede observar en épocas concretas por ejemplo en el Imperio otomano (analizado en la *Parte II*) o en México. Para México, véase Juan C. Lucena, “De *Criollos* a *Mexicanos*: Engineers’ Identity and the Construction of Mexico”, *History and Technology*, 23 (3, 2007), 275-288. Se aprecia que en España, los ingenieros procedentes de las escuelas empezaron a negar el reconocimiento profesional a estos prácticos desde muy temprano. Francisco Milla, “Proyectos empíricos y proyectos facultativos”, *Revista de Obras Públicas*, 3, (1853), 29-33; Cayetano Cornet y Más, “Los ingenieros industriales y los fabricantes españoles”, *Revista industrial*, 08/01/1862, 180.

¹¹ Maria Malatesta, *Professionisti e gentiluomini. Storia delle professioni nell'Europa contemporanea*, Turin: Biblioteca Einaudi, Turín, 2006; Eda Kranakis, *Constructing a Bridge. An Exploration of Engineering Culture, Design, and Research in Nineteenth Century France and America*, MIT, Cambridge, Mass./Londres, 1997.

1. En los textos que podrían clasificarse como “artículos de opinión” dirigidos a la comunidad de ingenieros, la posición de locutor suele ser “nosotros” o “ellos”, aunque el autor que ha firmado abajo es a menudo una persona. Las formas gramaticales de “nosotros” y “ellos” se refieren a los miembros de la comunidad de ingenieros, o a los miembros de un cuerpo concreto de ingenieros-funcionarios. Asimismo, el “nosotros” se utiliza en proyectos e informes, cuando los autores son dos o más personas. En ese caso, el “nosotros” hace referencia a un número concreto de individuos, pero lo que hace relevante su opinión es el hecho de que se presenten como expertos (*facultativos*) – como atestigua el uso habitual de títulos completos que apuntan a su educación y a su función.
2. Es también el caso de los proyectos e informes editados por un solo individuo, en los que se utiliza la fórmula “yo, ingeniero” o “yo, ingeniero de una especialidad concreta”, haciendo referencia al autor como individuo experto autorizado para pronunciarse con autoridad sobre ciertos temas, dejando, sin embargo, cierto espacio para el debate, sobre todo entre pares. El “yo” se utiliza también en la comunicación con el aparato burocrático del Estado, cuando un individuo reclama sus derechos como ingeniero-funcionario. “Yo” aparece en discursos públicos dirigidos a un público instruido o general, activando referencias a múltiples identidades, siendo la del ingeniero una de las mencionadas. Incluso en documentos semi-privados -como los diarios destinados a ser publicados, en los que entran en juego identidades múltiples, la de “yo, ingeniero” ocupa un lugar destacado.
3. En otros casos se utiliza la tercera persona del plural (los ingenieros/ los ingenieros de caminos/minas) o del singular (el Cuerpo), situando la comunidad en la posición de sujeto. Tal uso es típico en la legislación, en cierto tipo de formularios estandarizados y en los artículos de opinión que pretenden ofrecer una imagen de coherencia, uniformidad y autoridad. Aparece también cuando una o más personas solicita(n) el privilegio real/la patente como inventores, acompañando su nombre por el título de ingeniero de una especialidad concreta. La tercera persona en singular se utiliza también cuando el documento – generalmente de carácter legal o de uso interno- es la voz de un alto cargo que manda y ordena desde una posición de autoridad indiscutible que no invita al debate ni a la negociación.

En las tres variantes, la posición del sujeto revela ya la existencia de unas identidades corporativas consolidadas. Pero ¿cuál es la *posición simbólica* de la comunidad? ¿Cómo está definida y delimitada? No se puede responder a estas preguntas sin prestar atención al *objeto* del discurso. Como apunta Foucault, “*el sujeto enunciante hace existir fuera de él un objeto que pertenece a un dominio ya definido, cuyas leyes de posibilidad han sido articuladas ya y cuyas*

características son anteriores a la enunciación que lo crea.”¹² Los textos muestran que “ingeniero (del Ejército)”, “ingeniero de caminos” o “ingeniero de minas” eran, a esas alturas, unas categorías relativamente estables, que hacían referencia a unos cuerpos específicos de facultativos dotados de una educación estandarizada y definida como *científica*, que controlaron las estructuras de defensa, la administración de obras públicas o la de minas, respectivamente. La importancia clave de la formación para la fijación de estas categorías queda patente en el caso de los ingenieros industriales, quienes no formaban un cuerpo. Sin embargo, la categoría de “ingeniero industrial” basada en la formación común logró unir a hombres que trabajaron en el sector privado con los que sirvieron al Estado a título individual.

En las últimas décadas del siglo XIX y en los primeros años del XX, se puede observar un doble juego: por una parte se perpetuaron los discursos corporativos creados alrededor de la identidad ingeniero-funcionario, y por otra parte se consolidaron las identidades más amplias -compatibles con las corporativas- basadas en la formación común en las escuelas especiales. Asimismo, se reafirmó con gran fuerza la comunidad de los ingenieros industriales, cuyas fronteras estaban vinculadas a la formación en unos centros de enseñanza concretos, pero que eran lo suficientemente flexibles como para incluir a los formados en el extranjero.¹³ Esta flexibilidad se debía a una seña de identidad -y un motivo de orgullo frente a los ingenieros-funcionarios, tachados de privilegiados- que era la libre competencia por el trabajo, tanto en el sector público como en el privado. Era este grupo cuyo discurso más se acercó a la definición de *profesional*.

Por otra parte, el particularismo acentuado en las luchas por la regulación de la profesión/de las profesiones de ingeniero, coexistía con un sentimiento de pertenencia a una comunidad imaginada *de ingenieros* amplia que hacía referencia a la aplicación útil de los conocimientos científicos adquiridos a través de una formación estandarizada y garantizada por el Estado. Hacían referencia a esta comunidad extensa y sin institucionalizar (no existía un colegio o una asociación general de ingenieros hasta 1902) sobre todo los ingenieros que se encontraban en una situación menos privilegiada, en un momento concreto o a nivel general: un ingeniero de la Armada defendiendo su trabajo en la esfera civil, ingenieros industriales sin un cuerpo facultativo en el que apoyarse y a través del que establecer contactos provechosos, los ingenieros militares luchando por mantener la posibilidad de trabajar en las tareas de carácter civil en el sector privado.¹⁴ Sin

¹² Michel Foucault, *La arqueología del saber*, 125.

¹³ La flexibilidad en el reconocimiento como ingenieros de los formados en el extranjero no excluía la rivalidad con los ingenieros foráneos y las llamadas a la regulación de la profesión. Los Estatutos de la Asociación de Ingenieros Industriales aprobados por la R.O. de 24 de diciembre de 1861 atestiguan el reconocimiento como ingenieros de aquellos formados en el extranjero. Para las demandas de la regulación, véase Manuel Silva y Guillermo Lusa, “Cuerpos facultativos del Estado *versus* profesión liberal”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en España*, vol. 4..., 357-360.

¹⁴ Para el primer caso véase por ejemplo *AHN*, MOP, leg. 51, 1855 y la carta de Francisco Soler en *Diario de avisos y noticias de Barcelona*, 88 (1855), 2647-2648. En cuanto a los ingenieros militares, véanse los debates en el *Memorial de Ingenieros del Ejército* a lo largo de los años 1890, como también *Derecho de los ingenieros militares*

embargo, este sentimiento de pertenencia fue interiorizado también por los ingenieros más privilegiados como podían ser los de caminos. El reconocimiento de unas señas comunes de identidad más allá del particularismo corporativo permitía pasar con cierta fluidez entre estos dos niveles identitarios sin debilitar ni uno ni el otro. A su vez, hacía posible fomentar el creciente aprecio general a los ingenieros y disfrutar de él. Así, entre finales del XIX y principios del XX tiene lugar la configuración de una imagen pública de ingeniero heroica -y en ocasiones trágica-, en mi opinión, ya poco tenía que ver con las trayectorias vitales y profesionales de los hombres que se identificaron como tales.¹⁵

Las teorías sobre la construcción de la identidad coinciden sobre el hecho de que, dada la naturaleza dicotómica del lenguaje en el que ningún signo es autorreferencial, una identidad necesariamente se construye en oposición a un Otro. Al definir lo que uno *no es* a través de una serie de imágenes de Alteridad, se hace posible hacer explícito lo que uno *es*, o, mejor dicho, cuáles son los elementos sobre los que se construye la identidad de uno. Por lo tanto, si aspiramos a examinar la construcción de la identidad de ingeniero en España, resulta fundamental prestar atención a las distintas imágenes del Otro construidas por los españoles decimonónicos que se definieron como ingenieros.¹⁶

En primer lugar hay que referirse a los Otros implícitos cuya Alteridad parece tan obvia que no hace falta ni mencionarlos. El ingeniero español decimonónico no era, desde luego, una *mujer*. Al contrario, la masculinidad era una de las vertientes clave de su autorrepresentación, no sólo como persona, sino también *como ingeniero*. A la vez, las identidades corporativo-profesionales se fueron constituyendo como uno de los ejes alrededor de los cuales estaban siendo redefinidas las masculinidades a lo largo la época analizada. Pero, ¿en qué sentido exactamente constituía la mujer un Otro para los ingenieros? ¿Era por la definición de la actividad de los ingenieros como *trabajo*? En el siglo XIX no existía una prohibición absoluta hacia el trabajo femenino: sobre todo las viudas ejercían a menudo de comerciantes o regentaban negocios (imprentas, pequeñas manufacturas, tiendas). Era más que habitual que una mujer trabajara como empleada, tanto en el servicio doméstico, como en las fábricas. A partir de las últimas décadas del siglo XIX fue apareciendo

al ejercicio de la ingeniería en la esfera particular, Imprenta del Memorial de Ingenieros del Ejército, Madrid, 1902.

¹⁵ La figura de ingeniero y/o científico se erige en la literatura española de finales del XIX como un héroe incomprendido por su entorno y por la sociedad en general, en ocasiones de forma trágica. En su cualidad de portador del conocimiento *verdadero y útil* representa la lucha trágica entre la razón y el prejuicio, entre la labor desinteresada para el bien de la humanidad y la búsqueda despiadada del interés particular. Benito Pérez Galdós, *Doña Perfecta*, Madrid, Cátedra, 1982 (primera edición 1876); *La familia de León Roch*, Alianza, Madrid, 1979; y *Electra*, Madrid, 1903; José Ortega y Munilla, *El tren directo*, Madrid, Oficinas de la Ilustración Española y Americana, 1880 (primera edición 1879). Sobre los ingenieros en la literatura, véase Román Ríaza Pérez, *El ingeniero y la técnica en el ensayo y en la novela españoles*, ETSI Industriales, Madrid, 1984; Javier Ordóñez Rodríguez, "Ingenieros, utopía y progreso en la novel española del Ochocientos", en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería...*, vol. 4, 467-514.

¹⁶ Para las teorías del Otro: Emmanuel Lévinas, *Humanismo del otro hombre*, Caparrós, Madrid, 1993; Tzvetan Todorov, *La Conquista de América: el problema del Otro*, Siglo XXI, México, 1987.

incluso la figura de la empleada pública: la maestra o la telegrafista. No obstante, las profesiones de estatus elevado que requerían formación superior, y que constituían la principal vía, además del ejército, hacia la respetabilidad para los hombres sin propiedad, seguían siendo un terreno vedado para las féminas.¹⁷ En una dinámica de poder y de control social estrechamente relacionada con esta prohibición, el trabajo remunerado seguía siendo considerado inaceptable y degradante para las mujeres que aspiraban a cierto estatus. Más adelante veremos cómo esta actividad incompatible con la redefinición decimonónica de la feminidad respetable se estaba convirtiendo, hacia finales del siglo XIX en un aspecto fundamental para la redefinición de la masculinidad hegemónica.¹⁸

Además, hay factores específicos que hicieron que la profesión de ingeniero se resistiera a una mayor presencia femenina hasta bien entrado el siglo XX. Como otras carreras/profesiones de este tipo, la de ingeniero se basa en dos actividades que suelen ser difícilmente accesibles a las mujeres en una sociedad patriarcal: el crear y el mandar. Para las mujeres, el ejercicio de estas actividades suele estar vinculado con las reglas de excepción y sometido a estrecha vigilancia. El ingeniero crea por definición: domina los elementos, diseña y construye edificios imponentes que cambian el espacio público o máquinas que transforman y producen. Además ejerce su profesión al aire libre, a la vista de todos. El dominio del espacio público tal como se fue configurando en el siglo XIX era en gran medida el privilegio de los hombres; si una mujer accedía a este espacio para dominarlo, no podía hacerlo sin perder su estatus, sin someterse a la “deshonra” que reducía los peligros que suponían sus logros profesionales o económicos para el dominio masculino sobre las mujeres. Además, incluso estas mujeres que sacrificaron su “reputación” para triunfar en el espacio público solían limitarse a ser intérpretes (actrices, cantantes), no creadoras. Las únicas actividades creativas de prestigio reconocido que no suponían pérdida de “respetabilidad” y no eran del todo vedadas a las mujeres eran la escritura y cierto tipo de pintura, porque se desarrollaban en el ámbito doméstico, en la alcoba o en el jardín, y la mujer permanecía invisible detrás de sus libros o cuadros.

No sólo la domesticidad legitimaba la contribución femenina a ciertas formas de creación, sino también su naturaleza *emocional*. La dicotomía establecida entre la razón y las

¹⁷ Sobre la expulsión de las mujeres de las profesiones que luchaban por (re)definirse como profesiones de estatus elevado, véanse Louise A. Tilly, Joan W. Scott, *Women, Work and Family*, Holt, Rinehart and Winston, Nueva York, 1978; J.B. Landes, “The Public and the Private Sphere: A Feminist Reconsideration” en J.B. Landes (ed.), *Feminism, the Public and the Private*, Oxford University Press, Oxford/Nueva York, 1998, 135-163; Laurel T. Ulrich, *A Midwife's Tale. The Life of Martha Ballard, Based on her Diary 1785-1812*, Vintage Books, Nueva York, 1991. (un estudio de caso en el que se puede observar la presión de los médicos por expulsar a las mujeres al margen de la profesión).

¹⁸ Basada en la noción de hegemonía de Gramsci, la categoría de la masculinidad hegemónica fue acuñada por Robert Connell y redefinida por Demetrakis Demetriou y otros. Se define como un ideal cultural promovido a través de “la producción de las masculinidades ejemplares” que motivan a las personas a “honrar, desear y apoyar el modelo hegemónico” y a “adoptar una posición de complicidad en relación a él”. Demetrakis Demetriou, “Connell's Concept”, 337-361 (342); Robert W. Connell, *Masculinities*, Allen&Unwin, Sydney, 1995, 79-80. Véase también Mike Donaldson, “What is Hegemonic Masculinity?”, *Theory and Society*, 22 (4, 1993), 643-657.

emociones/los sentimientos marcó profundamente el largo siglo XIX, sobre todo su segunda mitad. El género desempeñó un papel de extraordinaria importancia en la construcción y *naturalización* de esta dicotomía que a su vez repercutió en la redefinición de lo masculino y lo femenino y en la división de espacios simbólicos según estas líneas. Mientras la creación fruto de los sentimientos no solamente fue tolerada, sino incluso moderadamente incentivada para las mujeres, aspirar al reconocimiento en los dominios de la razón era infinitamente más problemático. Los ingenieros trataron de definir su obra y su manera de proceder en términos racionales poco ambiguos, como se puede observar por ejemplo en la polémica ingenieros – arquitectos. Asimismo, a nivel más amplio del discurso de la ciencia, esta fue construida como el dominio exclusivo de la razón en el que la única pasión bien vista era la pasión por saber. La dicotomía *razón versus sentimientos* se utilizó implícita y explícitamente para reconfigurar la jerarquía entre las distintas ramas del saber en la polémica de la ciencia española tal como se desarrolló en el XIX y principios del XX. No es casualidad que las matemáticas, cuyo desarrollo en la España decimonónica estuvo estrechamente vinculado con las escuelas especiales, se erigieron como la cima del conocimiento.¹⁹

Es sintomático que las primeras profesiones de alto estatus que fueron conquistadas por las mujeres eran las que podían asociarse con cierta facilidad a las tareas entendidas como femeninas, tareas que pudieron ser interpretadas como reproductivas, no productivas: la medicina como el cuidado y la recuperación de la salud, la abogacía como el cuidado de los débiles y como la restauración del orden a través de la interpretación -nunca creación- de las leyes y, sobre todo, la enseñanza en la que la presencia de las mujeres se hizo aceptable a través de la noción de la mujer como transmisora de los valores de la civilización -creados por los hombres- a los niños, representantes aquí de la naturaleza salvaje.²⁰ La ingeniería interpretada indudablemente como producción, como creación racional que pretendía subordinar los criterios estéticos a los técnicos y utilitarios, era -y a lo mejor sigue siendo- tan estrechamente vinculada con los pilares de la masculinidad hegemónica moderna que una serie de barreras materiales y simbólicas hizo de ella un terreno prácticamente inaccesible y orientó a las mujeres hacia aquellos espacios cuyas fronteras eran más fáciles de tensar, que eran más proclives a una reinterpretación favorable.

La otra tarea del ingeniero consistía en mandar: el ingeniero organizaba el trabajo de las personas y les daba órdenes, sin que estas personas dependieran económicamente de él. Es decir, una mujer de clase alta podía mandar a su servicio y a sus empleados, incluidos los hombres,

¹⁹ La construcción genérica de la dicotomía ingeniero – arquitecto será tratada en los próximos párrafos. Para las fuentes, véanse las notas a pie n.34 y 35. Para la valoración de las matemáticas es notoria la aportación de José Echegaray a la polémica de la ciencia española: José Echegaray, “Historia de las matemáticas puras en nuestra España”, en Ernesto García Camarero y Enrique García Camarero (eds.), *La polémica de la ciencia...*, 161-190. (se trata del discurso de ingreso de José Echegaray en la Real Academia de Ciencias Exactas, el 11 de marzo 1866)

²⁰ Sherry Ortner, “Is Woman to Man as Nature is to Culture?” en Michelle Z. Rosaldo y Louise Lamphere (eds.), *Women, Culture, and Society*, Stanford University Press, Stanford, 1974, 67-87.

porque allí entraba en juego otro elemento constituyente de las relaciones de poder en el siglo XIX: la propiedad. La “señora” mandaba porque poseía, su dinero establecía su superioridad sobre las personas pagadas por ella, mientras otros mecanismos (dependencia legal, exclusión de derechos políticos y civiles) que coartaban su independencia impedían que esto pusiera en peligro el orden caracterizado por el dominio masculino.²¹ El ingeniero *facultativo* no pagaba el salario de sus subordinados, éstos no eran sus empleados, sin embargo era él quien les mandaba. La legitimidad de su mando, aunque originalmente consistiera en ser delegado del señor (en el último lugar, el rey), había sido redefinida hacia una noción abstracta del servicio al Estado. Mandar a los hombres dentro de una relación jerárquica que no era o no se asemejaba al orden familiar representaba, al igual que la actividad creadora y el dominio del espacio público, otro privilegio de la masculinidad hegemónica.²²

Un abanico de obstáculos formales e informales que impedían a las mujeres ser independientes, crear y acceder al espacio público en posiciones de poder, servían como salvaguardia del dominio masculino en una sociedad que reivindicaba valores como la libertad, la igualdad y el mérito. Ser *facultativo* o *profesional* siendo mujer hubiera supuesto dinamitar los pilares todavía frágiles de la masculinidad hegemónica en proceso de redefinición. Esta, renunciando a los escudos del orden divino y de la organización estamental, objeto de conflicto y negociación, se basaba en la independencia, en el sometimiento de la Naturaleza y en la transformación de la sociedad. Los profesionales (incluidos los empleados públicos) buscaron redefinir la noción de independencia de la mera posesión de riqueza hacia la capacidad basada en la razón y en el dominio de la ciencia para diferenciarse de los Otros significativos.²³ La negación de la racionalidad y de la capacidad de autocontrol y auto-gobierno indispensable para gobernar a otros constituyeron una base común para la exclusión de las mujeres y de los pobres, gente considerada incapaz de gobernarse a sí misma, y por lo tanto incompatible con la definición de ingeniero como un hombre de ciencia de estatus social elevado, destinado a producir subyugando las fuerzas de la Naturaleza y a dirigir a un gran número de trabajadores.

²¹ La tutela legal del padre o del marido, las restricciones legales sobre su libertad y sobre su disposición de la propiedad, las dificultades para ganarse la vida manteniendo su estatus, la falta de derechos políticos y civiles, etc. Sobre los discursos de género en la España decimonónica, véase Catherine Jagoe, Alda Blanco y Cristina Enríquez de Salamanca, *La mujer en los discursos de género. Textos y contextos en el siglo XIX*, Icaria, Barcelona, 1998. (incluye una colección interesante de los textos de la época).

²² El tema de la reconfiguración de la masculinidad dominante en el siglo XIX lo he tratado en una comunicación titulada *El Hombre moderno. Género y el discurso del progreso y tradición*, presentada el 28 de mayo 2004 en el congreso *Género y géneros. Escritura y Escritoras iberoamericanas*. Congreso organizado por Saint Louis University, la UAM y Stockholms Universitet del 25 al 28 de Mayo de 2004 en Madrid. Sobre las categorías analíticas de masculinidad, Michael Kimmel, “Masculinidades globales: restauración y resistencia”, *Masculinidades globales: restauración y resistencia*, en Carolina Sánchez-Palencia y J. C. Hidalgo (eds.), *Masculino Plural: construcciones de la masculinidad*, Universitat de Lleida, Lleida, 2001, 47-75.

²³ No es casualidad que mientras que los términos “hombre público” y “profesional” constituían unas etiquetas de prestigio para los varones, “mujer pública” y “profesional” se convirtieron en sinónimos de prostitutas para las mujeres en varios idiomas europeos.

Los *ociosos*, los que no son útiles, los que no contribuyen al progreso de la nación, también representaron un Otro para los ingenieros de la época analizada. En este punto, el discurso de los ingenieros-funcionarios es particularmente ambiguo. Por una parte, promovieron la legitimidad a través de la capacidad en un ambiente en el que la propiedad era la base de la respetabilidad y de la ciudadanía. Sin embargo, generalmente procedían de familias acomodadas e interiorizaron en gran medida la asociación entre la propiedad, la honorabilidad y el estatus. Por lo tanto, en vez de atacar a los rentistas y propietarios, se centraron en otras carreras y “facultades” que se situaban dentro de la categoría de la capacidad y disfrutaban de alto estatus. Según los ingenieros, muchos obtenían sus títulos sin esfuerzo, y su trabajo consistía en palabrería vacía. Así por ejemplo los abogados -al empujar a la gente a pleitos infinitos- contribuían a la perpetuación de las estructuras irracionales del Antiguo Régimen. Frente a ellos, los ingenieros -“encariñados con nuestra profesión, por más que sea ruda y penosa, contentos de nuestra suerte, como el marino luchando de continuo con las olas del mar y las tormentas lo está con la suya”- subrayaron la dureza de sus estudios, derivada de su carácter científico, lo penoso de su trabajo y la utilidad de sus obras, reafirmando a la vez en su vocación.²⁴

Los ingenieros industriales, especialmente aquellos que trabajaron en el sector privado, desarrollaron una retórica mucho más beligerante en contra de los ociosos, llegando a postular que “el ciudadano que no trabaja no es completamente honrado.”²⁵ Del discurso liberal derivaron su orgullo por haber demostrado su valía a través de la libre competencia en el sector privado. De ahí que diferenciaron el trabajo verdaderamente productivo, fuese manual o intelectual, de los cargos del Estado que - según ellos - en realidad en muchos casos no suponían desarrollar ninguna actividad útil y eran, al contrario, una carga para los que creaban riqueza. Dividir a los ciudadanos entre los que trabajan frente a los que no trabajan, es decir, situar a los jornaleros, obreros, capitalistas, fabricantes y a sí mismos en un grupo – el productivo - enfrentado a otro, no productivo, compuesto por los rentistas, por los propietarios que no invertían activamente en los sectores productivos y por aquellos funcionarios que ostentaban cargos vacíos de contenido, significaba erigir un modelo alternativo de ciudadanía y de respetabilidad frente a los criterios de propiedad y marcar la estela de la *sociedad profesional* del siglo XX.²⁶

²⁴ Eso no impidió a varios ingenieros como Gabriel Rodríguez o Miguel Martínez-Campos estudiar derecho y ejercer de abogados. Sobre las carreras fáciles: “Parte Oficial”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1853), 1; La cita sobre la dureza de la profesión del ingeniero de minas: “Introducción,” *Revista Minera*, 1 (1850), 1-4. Llama la atención a esta faceta del discurso de los ingenieros también Javier Fornieles Alcáraz, *Trayectoria de un intelectual de la Restauración: José Echegaray*, Publicaciones de Cajalmería, Almería, 1989.

²⁵ R. Franquelo, “Necesidad física y moral de trabajo”, *Revista industrial*, 30/09/1863 y J.V.P. “El trabajo”, *La Gaceta industrial*, 160 (1868), 429, citados en Guillermo Lusa Monforte, “Industrialización y Educación: Los ingenieros industriales (Barcelona 1851-1886)”, en Roser Enrich et al. (eds.), *Tècnica i Societat en el Món Contemporani*, Museu d’Història de Sabadell, Sabadell, 1994, 61-78.

²⁶ Para la *sociedad profesional*, véase Harold Perkin, *The Rise of Professional Society, England since 1880*, Routledge, Londres, 1990.

Los *extranjeros* representaron también un Otro explícito para los ingenieros españoles del siglo XIX. En los siglos anteriores numerosos ingenieros extranjeros habían servido al rey de España ocupando todo tipo de cargos. Pero a partir del segundo tercio del XIX se hizo prácticamente imposible el acceso de los extranjeros a la función pública, ya que la nueva definición del Estado como un aparato al servicio de la Nación ponía en duda la lealtad a la misma de los súbditos/ciudadanos extranjeros, como también su capacidad de apreciar las “necesidades auténticas” de una patria que no era la suya. No obstante, un número importante de ingenieros extranjeros trabajó en España, tanto para las compañías y empresas españolas, como para las extranjeras. Mientras la ingeniería extranjera era generalmente apreciada y los ingenieros españoles escribieron artículos detallados sobre los avances tecnológicos franceses, británicos, belgas, alemanes o estadounidenses, simultáneamente adoptaron tres estrategias cuando se sentían amenazados por sus compañeros extranjeros que trabajaban en España. La primera consistía en no considerar a muchos de ellos como compañeros, apuntando hacia su falta de formación. Esta negación de la condición de ingeniero a hombres sin título no se limitaba, bajo ningún concepto, a los extranjeros, sino que recaía con aun mayor dureza sobre los prácticos locales, como será discutido más adelante. Sin embargo, en el caso de los extranjeros se añadía el resentimiento. Esto resultaba especialmente notable entre los ingenieros industriales no protegidos por la exclusividad administrativa: según ellos, la condición de extranjero, sobre todo proveniente de algún país admirado por el desarrollo de su ingeniería, dotaba de prestigio injusto e inmerecido en el mercado a muchos charlatanes.²⁷ La segunda estrategia se podría denominar *patriótica*: consistía en reconocer la cualidad de ingeniero a los profesionales extranjeros, incluso ensalzar sus méritos y su contribución al progreso de la industria en España, a la vez que se señalaba que su permanencia ya no era necesaria al haber suficientes ingenieros españoles para hacerse cargo. Es decir, la presencia de los ingenieros extranjeros se interpretaba como una suplencia temporal de la falta de ingenieros españoles. Esta lógica dejaba de lado las ideas sobre la capacidad demostrada a través de la competencia en el mercado libre, sustituyéndolas por el criterio de la españolidad.²⁸ Por último, la tercera estrategia consistía en controlar el flujo de los ingenieros extranjeros o formados en el extranjero promoviendo la introducción y el cumplimiento de la obligación de obtener el reconocimiento oficial del título de ingeniero para poder trabajar en España. No se puede afirmar que los ingenieros españoles defendieran una actitud restrictiva sin más, sino que su actitud hacia los profesionales extranjeros más bien fluctuaba según la saturación del mercado de trabajo.²⁹

Como ya he mencionado, los *prácticos* sin título dejaron de ser reconocidos como

²⁷ Véase nota a pie n.10 de este capítulo.

²⁸ Por otra parte comprensible en ámbitos dominados por las empresas extranjeras como la minería o los ferrocarriles: muchas compañías extranjeras preferían traer a sus compatriotas en vez de contratar a ingenieros españoles.

²⁹ Francisco Villacorta Baños, *Profesionales y Burócratas...*, 113-114.

ingenieros por sus compañeros formados en las escuelas especiales al consolidarse estas instituciones de enseñanza.³⁰ A mediados del siglo ya representaban un Otro a la vez odiado y despreciado. Fueron tachados de *empíricos* y acusados de ser unos “intrusos” ignorantes e ineptos que manchaban el noble título de ingeniero al definirse como tales, mientras que solo podían aspirar a ser considerados meros *aficionados*. Los ingenieros-funcionarios mantenían que estos *empíricos* no deberían tener derecho a construir obras públicas, ya que solo traían “caos y atraso” a esta actividad. Como ha resaltado Guillermo Lusa, los ingenieros industriales que trabajaron como profesionales liberales también se quejaban de la “rutina de limitados prácticos” ya que ésta generaba la desconfianza de los capitalistas -ya por sí “poco ilustrados”- hacia el trabajo de los ingenieros en general.³¹ Se suponía que los hombres sin título eran guiados por la superstición y por el instinto, que carecían de cualquier enfoque científico y que trabajaban sin planes.³² Fijémonos en que cuando tuvo lugar durante los años 1830 y 1840 la lucha por la consolidación de la ingeniería como una carrera de élite, los ingenieros-funcionarios negaron la posibilidad de promoción al rango de ingeniero de los celadores, hombres con experiencia, argumentando su falta de educación científica.³³ Dado que el conocimiento científico certificado era uno de los elementos clave del estatus de élite de los ingenieros españoles, no resulta sorprendente que se opusieran con fervor a cualquier intento de las personas carentes de instrucción teórica de compartir tal denominación.

La siguiente figura del Otro adquirió cuerpo a través de la intensa y duradera polémica entre los ingenieros y los arquitectos. Estudiada *in extenso* por Miranda, Lorenzo y Bonet Correa, no se trataba de un fenómeno exclusivamente español: polémicas similares tuvieron lugar en Francia y en otros países dentro de la lucha por la redefinición de las fronteras borrosas entre ambas ocupaciones.³⁴ Desde finales del siglo XVIII los hombres de ciencia españoles interesados en la ingeniería desplegaron una retórica beligerante contra los arquitectos en el intento de delimitar su propio campo de acción y convencer a los gobernantes - y más adelante también a la opinión pública – que les fuera garantizada la exclusividad en el acceso a las tareas definidas como trabajo

³⁰ “He aquí uno de los problemas clásicos de toda profesión en proceso de constitución: el tenso encuentro entre unos autodidactas sólidos y competentes y unos diplomados que quieren imponer una nueva legitimidad” en André Grelon e Irina Gouzévitch, “Reflexión sobre el ingeniero...”, 277.

³¹ Pablo Sans Guitart en 1865, citado en Guillermo Lusa, *La ingeniería industrial en Cataluña. La Escuela de Barcelona*, 34. <http://www.ma1.upc.edu/docencia/assignatures/hcit/ingenieriaXIX.pdf> Véase también Guillermo Lusa, “Industrialización y Educación...”

³² Francisco Milla, “Proyectos empíricos y proyectos facultativos”, *Revista de Obras Públicas*, 3, (1853), 29-33.

³³ Sobre la negación de la promoción a los celadores: Fernando Sáenz Ridruejo, *Los ingenieros de caminos...*, 46-47.

³⁴ Antonio Bonet Correa, Fátima Miranda y Soledad Lorenzo, *La polémica ingenieros-arquitectos en España del siglo XIX*, Colegio de Ingenieros de Caminos, canales y puertos, Madrid, 1985; José Manuel Prieto González, “La Escuela de Arquitectura de Madrid y el difícil reconocimiento de la capacitación técnica de los arquitectos decimonónicos”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e Ingeniería en...*, vol.5, 185-234.; Antoine Picon, “Arquitectos e ingenieros” en Vincenzo Ferrone y Daniel Roche (eds.), *Diccionario histórico de la Ilustración*, Alianza Editorial, Madrid, 1998, 170-175; Walter Benjamin escribió sobre el caso francés lo siguiente: “El concepto de ingeniero...comienza a imponerse [en el XIX] y se produce el inicio de las rivalidades entre el constructor y el decorador, entre la Escuela Politécnica y la Escuela de Bellas Artes”. Walter Benjamin, “Resúmenes”, *Libro de los pasajes*, ed.de Rolf Tiedemann, Akal, Madrid, 2005, 52.

de ingeniero.³⁵ Los ingenieros aspiraban a redefinir la jerarquía de las funciones de una obra pública o de un edificio de uso industrial, interpretando la utilidad como una cualidad fundamental, mientras la exquisitez y la belleza la consideraban como superficiales. Esta lógica es característica del cambio en el discurso de la época: el esplendor y la ostentación perdieron la importancia que habían tenido en la sociedad cortesana, mientras que la utilidad y la eficacia representaban los valores al alza. Las obras no dejaron de ser una plasmación física del poder, pero el esplendor no se expresaba en la belleza del ornamento ni en la finura del material utilizado, sino en la cantidad, en el tamaño y en la potencia.³⁶ Siguiendo esta línea, los argumentos sobre los arquitectos fueron sistemáticamente contruidos en términos de género por los ingenieros, quienes les atribuían características asociadas con lo femenino para desprestigiarles. Su imagen aparecía como la de unos decoradores y ornamentalistas superficiales, sin nociones de ciencia e incapaces de construir de forma racional, útil, económica y estable. Frente a este retrato los ingenieros se erigieron como los representantes de la nueva masculinidad hegemónica.

La representación de la ciencia constituía el núcleo de la polémica con otro grupo en el proceso de profesionalización en la segunda mitad del siglo XIX y los primeros años del XX: los matemáticos y otros científicos vinculados con la universidad. Esta polémica que a la primera vista puede parecer puramente institucional, esconde una imagen de Alteridad, la del científico universitario construido como un sabio poco práctico, alejado de la vida y de las necesidades de la sociedad. Los ingenieros lograron erigirse en portadores de la ciencia moderna en la España de mediados del siglo XIX, frente a la debilidad de las universidades, obteniendo una exclusividad poco común a nivel europeo.³⁷ Desde esta posición privilegiada, los ingenieros-funcionarios, sobre todo los de caminos, rechazaron frontalmente las reformas encaminadas hacia el protagonismo de las universidades en la preparación de los aspirantes a ingenieros.³⁸ Mantenían que el nivel de matemáticas era más bajo en las universidades, igual que el rigor y la disciplina. Además, acusaron a los matemáticos y físicos de la universidad de dedicarse a la especulación abstracta, que

³⁵ Agustín de Betancourt, “Noticia del estado actual de los caminos y canales de España. Causas de sus atrasos y defectos, y medios de remediarlos en adelante,” *Revista de Obras Públicas*, 5 (1869), 54-58; 6 (1869), 68-71; 10 (1869), 115-116; 13 (1869), 156-157. (El documento original es del 28 de abril de 1803). Agustín de Larrañendi, “Memoria sobre la importancia de caminos y canales y de la necesidad que hay de reorganizar la Dirección General y el cuerpo de los ingenieros civiles destinados a dichos ramos,” *AHN*, Estado, leg. 2807, n.19, 1829.

³⁶ Sin embargo, a diferencia de los ingenieros estadounidenses -que ponían gran énfasis en el coste bajo, la rapidez y sencillez en cuanto al proceso de construcción-, la monumentalidad y los criterios estéticos seguían siendo criterios muy importantes para los ingenieros del continente europeo del siglo XIX, incluidos los españoles, además de la durabilidad, la firmeza y la estabilidad subrayadas por los ingenieros españoles en sus disputas con los arquitectos. See Terry S. Reynolds, “The Engineer in 19th Century America”, Terry S. Reynolds (ed.), *The Engineer in America: A Historical Anthology from 'Technology and Culture'*, The University of Chicago Press, Chicago, 1991; Eda Kranakis, *Constructing a Bridge...*

³⁷ Los ingenieros militares y los de caminos y minas ocuparon puestos destacados en la Academia de ciencias, los ingenieros industriales consiguieron que el título de ingeniero equivaliera al de doctor.

³⁸ Véase por ejemplo Elena Ausejo, “La enseñanza de las ciencias exactas, físicas y naturales y la emergencia del científico”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en...*, vol.5, 507-550, sobre todo 518.

contrastaba con la *ciencia útil* practicada por los ingenieros, asemejándoles con la figura del hombre de ciencia aficionado de las épocas anteriores.³⁹ Dada la posición débil de la ciencia teórica en la España del siglo XIX, y el desarrollo lento de la práctica investigadora, la actitud de los ingenieros del Estado fue paradójicamente dañina para la ciencia que pretendían defender. En este punto, comparto la opinión del historiador de la ciencia Kostas Gavroglu y sus compañeros que apuntan al hecho de que “la tensión entre la ciencia útil versus la ciencia por placer [o, en este caso, *ciencia por la ciencia*] parece estar en el núcleo de muchas controversias, y quizás el fuerte énfasis sobre la utilidad hacía la imagen pública de la ciencia particularmente vulnerable en la periferia”.⁴⁰

La percepción de la diferencia no siempre se plasmaba, sin embargo, en hostilidad. Numerosos ingenieros industriales, orgullosos de demostrar su utilidad en el mercado libre, mantuvieron vínculos estrechos con las facultades de ciencias. Entre los ingenieros al servicio del Estado también se encontraron personas como el ingeniero de caminos y destacado matemático José Echegaray, quienes desplegaron todas sus armas retóricas para defender las llamadas ciencias puras, no solo como fuente de futuras aplicaciones útiles, sino por ser la mejor forma de acceder a la verdad sobre el mundo.⁴¹

En este punto llega el momento de adentrarse de forma más detallada en la diferenciación identitaria, pues aunque hayamos constatado la existencia de una comunidad imaginada de ingenieros que además fue ganando importancia a lo largo de la época analizada, existían fuertes identidades a nivel más específico cuyos portadores - a la vez que estaban dispuestos de reconocerse mutuamente como ingenieros - se apoyaron en las imágenes de Alteridad para resaltar sus cualidades particulares. La construcción de la dicotomía ingeniero militar – ingeniero civil dominó en las primeras décadas del periodo analizado y resurgió con fuerza a finales del siglo XIX y a principios del XX a través de los debates sobre el derecho a ejercer como ingeniero en el sector privado, un área que ofrecía oportunidades cada vez más apetecibles. La relación entre los ingenieros civiles y militares era ambigua. Por una parte, los ingenieros civiles al servicio del Estado fueron organizados sobre el modelo militar y los cuerpos civiles y militares compartían numerosas características, incluida una formación altamente científica, adoptada más adelante también por los ingenieros industriales. Por lo tanto, los ingenieros de caminos, los principales competidores de los ingenieros del Ejército en la primera mitad de la época estudiada, difícilmente podrían construirse en una oposición frontal a los militares. No obstante, la rivalidad entre ambas ramas de ingeniería está en las raíces de la ingeniería española moderna. En el proceso largo y discontinuo de la configuración de la ingeniería civil, la intervención sistemática de los

³⁹ Mariano Hormigón, “Las matemáticas en España”, 256; Santiago Garma, “Cultura matemática”, 114-115.

⁴⁰ Kostas Gavroglu, Manolis Patiniotis, Faidra Papanelopoulou, Ana Simoes, Ana Carneiro, Maria Paula Diogo, José Ramón Bertomeu Sánchez, Antonio García Belmar, Agustí Nieto-Galán, “Science and Technology in the European Periphery: Some Historiographical Reflections”, *History of Science*, 46 (2008), 153- 175.

⁴¹ José Echegaray, “Historia de las matemáticas puras...”

cuerpos militares en trabajos de carácter civil hasta los 1830 ponía en duda la necesidad misma de crear y mantener instituciones civiles de ingeniería. Además, los ingenieros militares no estaban dispuestos de abandonar las obras civiles cuando la importancia de las fortalezas y otras estructuras defensivas semejantes estaba perdiendo sentido *vis à vis* las evoluciones en el arte de guerra, sobre todo en la artillería.⁴² Los hombres de ciencia civiles y los que les apoyaban desarrollaron argumentos sutiles a favor de la institucionalización de la ingeniería civil y la expulsión de los hombres del Ejército de las obras públicas, poniendo énfasis en que las obras de carácter civil no deberían sufrir abandono en tiempos de guerra cuando los ingenieros militares estaban ocupados con tareas bélicas. Asimismo argumentaron que la diferenciación creciente de conocimientos -adquiridos tanto a través de la educación, como de la experiencia- hacía imposible que los ingenieros del Ejército alcanzaran el mismo nivel de competencia en la construcción de obras públicas como una persona dedicada en exclusiva a la ingeniería civil.⁴³ Solo después de que los cuerpos civiles obtuvieran el pleno reconocimiento e incluso un estatus privilegiado dentro de la Administración, los ingenieros de caminos se atrevieron a plantear la superioridad de una organización civil de ingeniería, sugiriendo que la jerarquía militar no era el ambiente más favorable para el desarrollo científico.⁴⁴ A través de este argumento insinuaron que su propio trabajo – al no estar restringido por presiones externas – se basaba en criterios puramente racionales y objetivos. Aún así, la división civil – militar, establecida a través de criterios externos en un marco discursivo mucho más amplio, seguía siendo el mayor punto de diferenciación entre los dos grupos de ingenieros.⁴⁵

En las últimas décadas de la época estudiada, la dicotomía civil – militar, como también la cuestión de la educación especializada, (re)aparecieron como ejes de diferenciación entre los

⁴² Para los debates sobre la necesidad de las fortificaciones en el siglo XIX y la defensa de la posición de los ingenieros militares: *Resumen histórico del arma...*, 14-15.

⁴³ El Conde Fernán Núñez, embajador de España en Francia, “Carta al Superintendente de Correos y Caminos”, *AHN*, Estado, legajo 4088, libro 1, doc. 102, citado en Antonio Rumeu de Armas, *Ciencia y tecnología...*, 45. Agustín de Larrañendi, “Memoria sobre la importancia de caminos y canales y de la necesidad que hay de reorganizar la Dirección General y el cuerpo de los ingenieros civiles destinados a dichos ramos,” *AHN*, Estado, leg. 2807, n.19, 1829.

⁴⁴ P., “Observaciones sobre el decreto expedido por el gobierno portugués disolviendo el Cuerpo de Ingenieros Civiles”, *Revista de Obras Públicas*, 24 (1868), 281-284.

⁴⁵ Los ingenieros militares reclamaron su participación en el diseño de las comunicaciones basándose en su pericia militar que les permitía evaluar la importancia estratégica de este tipo de obras públicas, un factor que, según ellos, los ingenieros civiles no solían tener en cuenta: “...vemos con dolor mirar cada día con mayor desprecio la seguridad de nuestro país, favoreciendo bajo el mal entendido celo por los adelantos de la prosperidad pública el establecimiento de comunicaciones proyectadas sin sujeción a las condiciones y miras militares, que jamás pierden de vista las demás naciones cuando se trata de ejecutar tales obras en sus costas y fronteras, porque cualquiera nueva comunicación en ellas envuelve siempre la idea de una nueva plaza o de un aumento de fuerzas móviles equivalente a la entidad de las defensas naturales a que se renuncia. Tiempo es, por tanto, que el Gobierno piense seriamente en remediar esos graves males, que tan desfavorable idea presentan de nuestra ilustración militar, y que se sobreponga al desdén con que suelen mirarse vulgarmente entre nosotros las defensas estables, o a la no menos prejudicial confianza con que muchos se obstinan en creer, a pesar de las lecciones de la experiencia, que por nuestra posición topográfica y otras causas políticas no tenemos que temer ninguna invasión extranjera.” *Resumen histórico del arma...*, 74.

distintos grupos, sobre todo los de ingenieros de caminos frente a los del Ejército, y los industriales frente a los artilleros. Los artilleros reclamaron el título de ingeniero industrial para ejercer en el sector privado después de que se sistematizaran los intentos de convertir las ingenierías en profesiones reguladas. Su demanda se basó en su experiencia en la dirección técnica de las fábricas y en la analogía entre su trabajo y el de los ingenieros industriales, pero también en las referencias al carácter científico de su formación y a la vinculación histórica de la palabra misma de ingeniero con la esfera militar.⁴⁶ Los ingenieros del Ejército y los ingenieros navales que compitieron por el trabajo en el sector privado y municipal con los ingenieros de caminos y de minas, hacían referencia a la categoría general de ingeniería, ni civil, ni militar, una ciencia de ingeniero única que englobaba a todas sus especialidades, y en cuya definición las matemáticas desempeñaron un papel destacado. Esta ciencia luego se *aplicaría* en las esferas militar o civil. Los ingenieros civiles rechazaron esta visión para defender la especialidad mutuamente excluyente, escudándose en la división civil – militar como división no solamente de esferas de acción, sino también de áreas de conocimiento.⁴⁷ En el siguiente capítulo, *El desempeño profesional*, se analiza cómo los ingenieros de caminos y minas utilizaron su poder dentro de la Administración para sabotear los proyectos de los ingenieros militares y navales, ya que en este punto lo relevante son los aspectos de diferenciación simbólica, no la práctica.

Los ingenieros que operaron en la esfera civil también consolidaron sus identidades corporativo-profesionales creando imágenes de Alteridad que contribuyeron a que pudieran diferenciarse los unos de los otros y desarrollar estrategias discursivas para fijar fronteras entre sí o al contrario, para cruzarlas y expandir su campo de acción. Se pueden identificar dos líneas principales en estas dinámicas de diferenciación: los ingenieros polemizaron sobre la cuestión de qué tipo de conocimiento científico era el más adecuado para la resolución de un problema concreto y cuáles eran las ocupaciones fundamentales y accesorias de cada ramo de ingeniería. Por otra parte, los ingenieros-profesionales liberales desarrollaron una polémica con los ingenieros-funcionarios alrededor de las cuestiones de la libre competencia por el trabajo frente a la reivindicación del monopolio basado en la selección meritocrática reglamentada.

Las disputas del primer tipo implicaban la lucha por el control de un “territorio”; el Estado

⁴⁶ Carlos J. Medina Ávila, “La actividad científica y técnica del Real Cuerpo de Artillería”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en...*, vol.4, 686-688.

⁴⁷ Incluso antes de que surgiera la competición por el trabajo en el sector privado, los ingenieros civiles estaban muy celosos de la división de competencias según el criterio civil vs. militar. Véase su reacción a la disolución del cuerpo de ingenieros civiles portugués y la decisión de encargar las obras públicas a los ingenieros de formación militar. La *Revista de Obras Públicas* llama “monstruos de la ciencia” que “no caben en el siglo XIX” a los pretendidos productos de este modelo educativo unitario. P., “Observaciones sobre el decreto expedido por el gobierno portugués disolviendo el Cuerpo de Ingenieros Civiles,” *Revista de Obras Públicas*, 24 (1868), 282-284. Para la ingeniería portuguesa, véase por ejemplo Ana Cardoso de Matos y Maria Paula de Diogo, “A afirmação da engenharia em Portugal ao longo do século XIX”, en José Maria Brandão de Brito, Manuel Heitor y Maria Fernanda Rollo (eds.), *Engenho e obra: uma abordagem à história da engenharia no século XX*, Don Quijote, Lisboa, 2002, 24-29.

funcionaba allí como *deus ex machina* que intervenía para trazar los cotos reservados según sus exigencias y para garantizar el privilegio de su explotación. La *Revista minera* expresó con palabras claras sus expectativas al respecto, proclamando que era “necesario hacer un deslinde de las atribuciones peculiares de cada clase de ingenieros (...) pues si los intrusos no ingenieros son temibles, mucho más lo son los intrusos de la clase de ingenieros”.⁴⁸ Por otra parte, los ingenieros al servicio del Estado constituían al mismo tiempo este Estado, siendo a la vez sujetos y objetos de su acción. Esta ambigüedad contribuía a que los espacios legal y administrativo se convirtieran en el principal escenario de las batallas por la definición de las distintas ramas (o *clases*, en el vocabulario de la época) de ingeniería y de sus respectivos campos de acción.

Por ejemplo, los ingenieros de minas, cuyas oportunidades eran bastante limitadas en comparación con los ingenieros de caminos, que controlaban el vasto campo de las obras públicas, destacaron la falta de atención por parte de los ingenieros de caminos al subsuelo al diseñar obras hidráulicas. Argumentaron que los ingenieros de caminos no tenían conocimientos suficientes de geología y por lo tanto su capacidad de entender las distintas facetas de obras hidráulicas quedaba restringida. Como la formación de los ingenieros de minas incluía la instrucción en geología, estos demandaron participar en actividades como la construcción de los canales y pantanos, reservada por ley a los ingenieros de caminos.⁴⁹ Los ingenieros de caminos se disputaron con los ingenieros de montes los temas hidráulicos como la regulación de las aguas, mientras los ingenieros agrónomos y los ingenieros de montes pugnaban por definir su campo de *expertise* y sus competencias administrativas a través de debates sobre el aprovechamiento más adecuado de la tierra, introduciendo cuestiones desde el tipo de vegetación más conveniente hasta la posesión de la tierra y la reforma agraria.⁵⁰

La segunda línea de diferenciación se plasmó en la confrontación en la segunda mitad del siglo XIX entre las ingenierías que disponían de un cuerpo de funcionarios y los ingenieros-profesionales liberales que no podían contar con un cuerpo que apoyara sus intereses en la Administración.⁵¹ No se trataba sólo de una pugna por las competencias, sino que subyacía en la polémica una confrontación de visiones distintas sobre la identidad y el trabajo del ingeniero. Estos conflictos, analizados minuciosamente por Guillermo Lusa y Manuel Silva, se inscribían en las

⁴⁸ M. Sánchez y Massiá, “Títulos profesionales de ingenieros”, *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería*, 1531 (1895), 96; citado en Guillermo Lusa y Manuel Silva, “Cuerpos facultativos del Estado *versus*...”, 333.

⁴⁹ Tiago Saraiva, “*Big Science* en Madrid. La fábrica del Canal de Isabel II (1851-1858)”, en Antonio Lafuente, Ana Cardoso, Tiago Saraiva, *Maquinismo ibérico*, Doce Calles, Aranjuez, 2007, 354-35.

⁵⁰ Vicente Casals Costa, “Saber es hacer: Origen...”, 439-441.

⁵¹ En cuanto a los ingenieros sin cuerpo, éste fue sobre todo el caso de los industriales. Los ingenieros agrónomos, cuya carrera fue inicialmente diseñada sin contar con un cuerpo de funcionarios, centraron sus esfuerzos en conseguir organizarse en un cuerpo. Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología. Una historia de los ingenieros agrónomos en España*, Asociación Nacional de Ingenieros Agrónomos, Madrid, 2005. Los industriales, por otra parte, a la vez que defendieron la creación de un cuerpo, plantearon una visión alternativa fuerte de la ingeniería como profesión liberal regulada.

contradicciones internas del discurso liberal en la España decimonónica y hay que entenderlos en sus distintos niveles y tener en cuenta los cambios a lo largo del tiempo.⁵² A mediados del siglo XIX, la pugna se centró en el trabajo para el Estado: los ingenieros industriales -que no dispusieron de un cuerpo de funcionarios hasta 1911- fueron contratados a título individual por el Estado, especialmente para los ferrocarriles. Los ingenieros de caminos postularon que la organización en un cuerpo era la mejor manera de funcionar dentro de la Administración, ya que la normativa corporativa que incluía la inamovilidad y la promoción por antigüedad prevenía el nepotismo y la intervención política, males crónicos de la Administración española. Mantenían que los ingenieros industriales que trabajaban para el Estado sin estar organizados en un cuerpo estaban expuestos a todo tipo de presiones que, según sus compañeros, podían alterar la calidad de su trabajo.⁵³ Frente a ellos, los ingenieros organizados en cuerpos se erigían como ejemplos de la objetividad, a salvo de los intereses particulares. Por otra parte, los ingenieros industriales señalaron la actitud aparentemente paradójica de los ingenieros-funcionarios, que defendían la total libertad para ejercer como ingeniero en el sector privado -a veces argumentando desde las posiciones del liberalismo radical-, mientras mantenían que el servicio al Estado debería regirse por principios diferentes, siendo dominio de cuerpos de facultativos seleccionados y formados de forma estandarizada, objetiva y rigurosa y empleados y promocionados por procedimientos impersonales. Tachándoles de “modernos gremios”, algunos ingenieros industriales acusaron a los cuerpos del Estado de monopolizar las obras públicas e impedir así el desarrollo de las infraestructuras y de la industria, como también de aprovecharse de su posición en la Administración para trabajar en el sector privado. Mantenían que los privilegios legales de los cuerpos de ingenieros contribuían a la rigidez del sistema y que sus intereses corporativos perjudicaban la agilidad de la construcción necesaria para aproximarse a los otros países civilizados.⁵⁴ No se limitaron a imitar el perfil científico de los ingenieros funcionarios y no se centraron en reivindicar la creación de un cuerpo como lo hicieron los ingenieros agrónomos. Los ingenieros industriales dieron un paso más allá. Cuestionaron la contribución al progreso de los cuerpos de funcionarios, contrastando las actitudes burocráticas de los ingenieros-funcionarios con su propia implicación en la empresa privada en general, y en la industria en particular.

“Si ya no existe el monopolio del Estado en punto a obras públicas, porque era un mal; si el estado constructor era contrario a los sanos principios económicos, y ya no construye, ¿cómo el autor del preámbulo no ha sacado la consecuencia que de estos principios se deduce con respecto a los

⁵² Manuel Silva y Guillermo Lusa, “Cuerpos facultativos del Estado *versus*...”

⁵³ “Noticias varias”, *Revista de Obras Públicas*, 23 (1868), 278-279.

⁵⁴ La *Gaceta industrial* era una de las portadoras principales de este discurso. Véase la polémica entre la *Gaceta industrial* del 20 de noviembre 1868 y la *Revista de Obras Públicas*: “Noticias varias”, *Revista de Obras Públicas*, 23 (1868), 278-279. También José Alcover, *La Gaceta industrial*, 28 (1865) o “Declaración justa sobre los derechos de los Ingenieros Industriales”, *La Gaceta industrial*, 3 (1867), 385. Para las citas de Alcover y un análisis más detallado del discurso de los ingenieros industriales en cuanto a este tema, véase Guillermo Lusa Monforte, “Industrialización y Educación: Los ingenieros...”

Cuerpos facultativos, y más especialmente al de Caminos, que es al que más directamente se refiere este caso?”⁵⁵

Asimismo exigieron poder competir con los cuerpos del Estado por el trabajo en el sector público y reivindicaron la regulación del ejercicio de la profesión (o de las profesiones) de ingeniero en el sector privado como medida para garantizar la capacidad, la calidad y el buen nombre de los ingenieros. Desde estas posiciones acusaron a los ingenieros funcionarios de oscilar deliberadamente entre la actitud proteccionista y liberal según su conveniencia, al defender criterios radicalmente opuestos para el sector privado y el público. Pintaron un cuadro en el que los ingenieros-funcionarios aparecían como falsos liberales guiados por intereses corporativistas, en realidad más parecidos a los hombres del Antiguo Régimen. Haciéndoles representar el pasado, se erigieron a sí mismos como los hombres del futuro, sin miedo a competir por el trabajo siempre cuando el acceso al campo de juego estuviese permitido sólo a aquellos que hubiesen demostrado su capacidad a través de una formación adecuada.

En la las últimas décadas del XIX y primeras del XX se produjo un importante cambio, pues mientras antes la disputa se había centrado en el trabajo para el Estado, ahora las luchas se trasladaron hacia la regulación del trabajo en el sector privado y en las administraciones locales. El enfrentamiento era multilateral. En las disputas por el control de un campo de acción concreto las demandas se escudaron en la legislación, en las atribuciones establecidas de forma administrativa, además del recurso al argumento de que éstas estaban en realidad fijadas de manera *natural* dependiendo de los conocimientos proporcionados por una formación adecuada.⁵⁶ Los ingenieros industriales – al no disfrutar de un coto reservado en la Administración- reforzaron su identidad como un grupo desprotegido frente a las carreras facultativas que disponían de un cuerpo y/o de acceso privilegiado a cierto tipo de tareas. Entendían que el curso del tiempo les había dado la razón, y que con su actividad en el sector privado habían contribuido al desarrollo industrial de España y que ahora –cuando la industria ofrecía oportunidades apetecibles- los ingenieros civiles privilegiados (es decir, los del Estado), como también los ingenieros militares, los artilleros y los arquitectos, querían hacerles una competencia desleal. Frente a los intentos de conquista del sector privado por parte de las otras ingenierías que avanzaron hacia la autodefinición como una profesión (ade)más de una carrera, los industriales reforzaron su cohesión y su identidad profesional, defendiendo el deslinde de atribuciones por una parte y la creación de un cuerpo en el que apoyarse por otra. Los intentos de resolver estos conflictos –que a veces contribuyeron más bien a su reavivarlos- se produjeron dentro del Estado, a través de la legislación y en la Administración. Son

⁵⁵ *La Gaceta industrial*, el 20 de noviembre 1868, citada en “Noticias varias”, *Revista de Obras Públicas*, 23 (1868), 278-279.

⁵⁶ Este tema ha sido tratado de forma sistemática (y proporcionando numerosas citas de fuentes primarias), seguramente gracias a las indicaciones del editor Manuel Silva Suárez, en la mayoría de los capítulos de los dos volúmenes *Técnica e ingeniería en España* dedicados al siglo XIX.

de destacar la liberalización parcial de las obras públicas desde el Sexenio democrático y la regulación de la profesión que vinculaba el uso de la denominación de ingeniero con la posesión de un título en los 1890.

Estas controversias adquirieron en ocasiones tonos regionales que a veces resurgen en nuestros días en las interpretaciones historiográficas de la historia de la ingeniería en España. Los cuerpos de ingenieros eran/son representados como los agentes de la reforma desde arriba llevada a cabo por el Estado central interventor basado en Madrid, mientras los ingenieros industriales con su foco más dinámico en Barcelona aparecían/aparecen como promotores de la innovación industrial y del cambio desde abajo. Sin dejar de reconocer la pertinencia de estas conclusiones, un análisis detallado revela que las dinámicas eran bastante más complejas: entre los ingenieros-funcionarios se encontraban grupos promotores de la descentralización y de la liberalización, mientras los ingenieros industriales no dudaron en recurrir al Estado y exigirle medidas de protección y privilegios. Las imágenes de Alteridad eran flexibles y ambiguas, ofreciendo un amplio espacio para diversas operaciones discursivas. Para concluir podemos afirmar que la parte central de la época analizada se caracterizó por la existencia de unas identidades *corporativas* potentes y exclusivas, compatibles con el reconocimiento mutuo como ingenieros de un grupo lentamente creciente de hombres – portadores de conocimiento especializado. A finales de la época se observan claras señales de la redefinición de las identidades de ingeniero hacia las identidades *profesionales*.

2. *Las palabras de la ciencia útil: los pilares conceptuales del discurso de los ingenieros*

Las teorías del lenguaje han representado el mayor estímulo para la elaboración de nuevas lecturas del pasado en las últimas dos décadas. El llamado giro lingüístico ha planteado un reto poniendo en duda las divisiones tradicionales entre lo objetivo y lo subjetivo, lo real y lo imaginario, lo colectivo y lo individual, al ofrecer redefiniciones inquietantes de la relación entre el mundo material y los significados que le atribuimos los seres humanos.⁵⁷ Mientras que las distintas corrientes historiográficas comparten la convicción sobre la importancia del lenguaje ya no sólo como mediador, sino también como creador de significados, existen diferencias metodológicas entre las escuelas interpretativas constituidas fuera de las fronteras españolas que repercuten en la diversidad de los enfoques teóricos de las investigaciones llevadas a cabo en España. El trabajo de los historiadores que incorporan los planteamientos de la escuela alemana de la Historia de los conceptos (*Begriffsgeschichte*), fundada por Reinhart Koselleck, parece tener poco en común con el

⁵⁷ Para un tratamiento sistemático de estas nuevas tendencias historiográficas véase Miguel Ángel Cabrera, *Historia, lenguaje y teoría de la sociedad*, Cátedra, Madrid, 2001.

de sus compañeros que optan por la teoría de los actos del habla, de Quentin Skinner, o por el análisis del discurso proveniente de Francia y desarrollado por los teóricos estadounidenses.

En los últimos años, gracias a los contactos a nivel internacional entre los historiadores, sociólogos y politólogos, se han producido varios intentos de acercamiento metodológico entre las diversas escuelas interpretativas. Considero que los frutos de estos encuentros intelectuales pueden suponer un enriquecimiento importante del análisis histórico y a través del siguiente apartado quisiera hacer una llamada a favor de los cruces metodológicos, basada en la propuesta teórica del investigador danés Jan Ifversen, quien afirma que “el análisis del discurso, de Foucault, y la Historia de los conceptos (*Begriffsgeschichte*) pueden ser combinados de manera fructífera para desarrollar un análisis de texto que tenga en cuenta tanto la dimensión semántica como la pragmática del lenguaje”.⁵⁸ Examinaré las posibilidades de aplicación de esta combinación del análisis del discurso y de la *Begriffsgeschichte*, centrándome en la configuración del discurso de los ingenieros alrededor del concepto básico (*Grundbegriff*) de progreso. Aplicando la propuesta metodológica de Ifversen, el texto pretende hacer explícita la forma de combinar en la práctica del historiador las herramientas proporcionadas por ambos enfoques teóricos.

Este apartado se basa en el análisis de una gran variedad de textos producidos por los hombres que se definían a sí mismos como ingenieros, estrechando el criterio a partir de la segunda mitad del siglo XIX a los graduados de las escuelas especiales o de las academias militares de ingeniería. Estos últimos llegaron a representar un grupo bien definido de varios miles de hombres.⁵⁹ Entre los textos figuran informes y proyectos elaborados dentro de las estructuras burocráticas, artículos y poemas publicados en revistas y periódicos, además de discursos, reglamentos y memorias. En varios puntos, el análisis se divide en varias partes cronológicas según criterios que espero hacer patentes. Arranca en los años próximos al cambio de siglo (XVIII al XIX), cuando se sentaron las bases de la organización de la ingeniería civil en España y a su vez se procedió a una importante reforma de la educación de los ingenieros militares. Continúa con la consolidación de las instituciones de ingeniería a mediados del siglo XIX. Abarca la segunda mitad del siglo XIX, un período caracterizado por la estrecha relación de la ingeniería en España con el servicio al Estado.⁶⁰ El punto final está marcado por el comienzo de la Gran Guerra, incluyendo así momentos álgidos como la crisis finisecular y los retos planteados por la creciente importancia del sector privado y por

⁵⁸ Jan Ifversen, “Text, Discourse, Concept: Approaches to Textual Analysis”, *KONTUR*, 7 (2003), 60-69.

⁵⁹ Un examen detallado revelaría las tensiones y los conflictos en las fronteras de la comunidad imaginada de ingenieros, igual que hay que tener en cuenta la existencia paralela de las identidades corporativas como “ingeniero de caminos” o “ingeniero de minas” y la interacción entre las distintas categorías identitarias. Estas dinámicas están tratadas con detalle en el apartado anterior dedicado a las identidades.

⁶⁰ En la segunda mitad del siglo XIX muchos ingenieros abandonaron la administración central del Estado y trabajaron para las empresas privadas o municipales. A partir de la década de los 1870 incluso hubo ingenieros de las escuelas vinculadas a los cuerpos del Estado que nunca entraron en el servicio del Estado. Sin embargo, hasta los comienzos del siglo XX, la mayoría de los egresados de las escuelas especiales vinculadas a los cuerpos sirvieron al Estado por lo menos durante un periodo antes de desempeñar su labor en otros ámbitos.

la profesionalización de la ciencia.

La redefinición de la categoría de “ingeniero” y las nuevas categorías de “ingeniero de una especialidad concreta” fueron resultado de un proceso de institucionalización de las posiciones discursivas que tuvo lugar a finales del siglo XVIII y durante la primera mitad del siglo XIX. Estas posiciones hacían referencia – entre otros aspectos- a un dominio más amplio de la *ciencia útil*, una fuente supra-textual de legitimidad que permitía al sujeto hablar/escribir/actuar con autoridad sin ofrecer al interlocutor/lector/observador una argumentación estructurada sobre una cuestión particular. Sin embargo, la interacción entre la ciencia y las aspiraciones a la legitimidad en el discurso de los ingenieros era compleja y multidireccional. Al menos hasta mediados del siglo XIX, la ciencia no disfrutaba de una posición consolidada y de un prestigio social indiscutible que contribuyeran a hacer unidireccional la relación entre la ciencia y la legitimidad de la práctica de los ingenieros. Especialmente en la primera mitad de la época estudiada observamos una profunda ambigüedad, pues los ingenieros no se limitaron a desarrollar un discurso en el que la ciencia fuera, implícita o explícitamente, una fuente de legitimidad. Desplegaron al mismo tiempo una serie de recursos retóricos y prácticos con los que aspiraban a legitimar la ciencia, dotándola de importancia y de prestigio. Esta operación se llevó a cabo a través de referentes que gozaban de un reconocimiento consolidado: los recursos retóricos tradicionales como poesía y oratoria, los espectáculos de la ciencia orientados a captar atención del público que - según el periodo y la visión socio-política de sus promotores - incluyera desde las clases altas hasta las masas populares, los vehículos de comunicación novedosos como la prensa y las exposiciones, etc. A otro nivel, el hecho de que los ingenieros ocuparan altos cargos en la administración o sirvieran en el ejército en rangos de oficiales no debería ser interpretado solamente como una *consecuencia* del reconocimiento de sus conocimientos, sino a la vez como una *fuentes* tradicional y ampliamente aceptada de estatus que contribuía a legitimar y a dotar de prestigio estos conocimientos y a sus portadores.

La *ciencia del ingeniero* en sus distintas ramas – o en sus distintas aplicaciones, según la visión propagada por los ingenieros militares a finales del XIX - fue organizada como un cuerpo de conocimiento especial que se adquiría a través de la educación formal y del mérito.⁶¹ El esfuerzo y el trabajo duro se presentaban como sus elementos clave, como es evidente del uso constante de adjetivos como “laborioso”, “penoso”, “árido” o “difícil” en referencia tanto a la educación de los ingenieros como a su práctica.⁶² Este cuerpo de conocimiento difícil de conseguir se inscribía en el

⁶¹ En este análisis no trato los cambios en el lenguaje de la ciencia: son los historiadores de la ciencia y de la tecnología los más cualificados para hacer un examen detallado a este nivel. Las investigaciones llevadas a cabo apuntan a los cambios en el lenguaje matemático (la geometría descriptiva, la termodinámica) y en la expresión gráfica. En este texto, el lenguaje de la ciencia se mencionará ocasionalmente, sobre todo para los casos en los que los ingenieros aplicaron las metáforas del campo de la ciencia y de la tecnología en su análisis social y político.

⁶² Algunos ejemplos de este discurso en “Parte Oficial”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1853), 1; “Noticias varias”, *Revista de Obras Públicas*, 23 (1868), 278-279. La *Revista Minera* habla de “nuestra profesión...ruda y penosa” en “Introducción”, *Revista Minera*, 1 (1850), 1-4.

dominio general de la *Ciencia*, entendida como el conocimiento objetivo a través del cual se accedía a la *Verdad*. En esta aspiración había que afrontar la existencia de discursos alternativos sobre la Verdad, bien compitiendo con ellos, bien incorporándolos. Podemos observar, por ejemplo, cómo algunos hombres de ciencia españoles, incluido los ingenieros, se sentían llamados a defender la compatibilidad de la ciencia con la *Verdad* religiosa.⁶³ Sin ser reconocida explícitamente, puede identificarse a finales del siglo XIX y a principios del siglo XX también una relación conflictiva con la noción de la voluntad popular como manifestación de la *Verdad*. En este caso, la resistencia se enmascararía bajo una posición presuntamente suprapolítica y bajo la acusación de que los políticos se dejaban arrastrar por las *pasiones* y/o perseguían *intereses egoístas*.

Frente a las fuentes alternativas de la *Verdad*, la ciencia como punto de referencia tendría poco sentido sin su relación con la utilidad. Desde luego, la ciencia era, según los ingenieros, la verdad, pero ¿por qué iba a ser una verdad relevante sobre la que construir el discurso corporativo-profesional? La respuesta está no solo en su veracidad, sino también en su utilidad. Los ingenieros percibían sus conocimientos y su trabajo como un sector de la ciencia entendido como *ciencia útil*, en contraste con la *vana especulación* y la *palabrería ornamental*. La ciencia del ingeniero se percibía como capaz de traer felicidad a las personas y contribuir a su progreso tanto a nivel material como moral.⁶⁴ Más importante aún podría considerarse su utilidad para lograr movilizar los recursos productivos del país, hacerlo más próspero, fuerte y poderoso.⁶⁵ Asimismo, había otro nivel de utilidad de la ciencia: el demostrativo. Tal como será analizado con más detalle más adelante, la ciencia y las obras de ingeniería – entendidas por los ingenieros españoles como la plasmación de ella- se convirtieron en síntomas de civilización, en un nuevo paradigma con aspiraciones universales que se iba extendiendo por el mundo. Como rezaba la *Revista de obras públicas*: “El progreso se señala por la generalización, y casi podríamos decir por la vulgarización de la ciencia, y por la realización y desarrollo práctico de sus principios.”⁶⁶ A partir de la segunda mitad del siglo

⁶³ Véase como ejemplo el discurso del ingeniero industrial y catedrático de Física matemática Gumersindo Vicuña leído en el acto de apertura del curso académico en la Universidad Central en 1875: Gumersindo de Vicuña, *Cultivo actual de las ciencias físico-matemáticas en España*, Imprenta de J. M. Ducazcal, Madrid, 1875, 5-6. Es asimismo digno de mención que los hombres encargados de la inspección del buen funcionamiento del “procedimiento para beneficiar minerales de cobre por cementación” para el que solicitan el privilegio real dos ingenieros de minas, da fe “como caballeros y cristianos”, a la vez que el encargado principal aparece como “inspector de minas de Riotinto”. *AH de la OEPM*, Privilegios reales, expediente n. 1173, 1855.

⁶⁴ Véase, por ejemplo, cómo los ingenieros manifiestan la voluntad de contribuir “al progreso moral y material de nuestro país, generalizando el conocimiento de las ciencias exactas y físico-naturales y del arte utilísimo de las construcciones” en “Parte oficial”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1868), 11.

⁶⁵ Agustín de Betancourt y Juan López de Peñalver, “Memoria sobre los medios de facilitar...” y Juan López de Peñalver, “Catálogo del Real Gabinete de Máquinas. 1794” reproducidos en *Escritos de López de Peñalver*, Madrid, Instituto de Cooperación Iberoamericana/ Instituto de Estudios Fiscales, 1992, 5-32 y 145-147. Ingenieros Industriales (firman 144), “Causas de atraso de la industria en España”, *La Gaceta industrial*, 172 (1869), 137-140, 173 (1869), 152-155, 174 (1869), 161-163. Este énfasis en la utilidad no siempre estaba reñido con el reconocimiento de la importancia y del valor de las ciencias llamadas puras, sin utilidad inmediata evidente, e incluso con la reivindicación del *saber por el saber*. El más famoso ejemplo de tal defensa dentro de la polémica de la ciencia española en José Echegaray, “Historia de las matemáticas puras...”

⁶⁶ “Parte oficial”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1863).

XIX, pero sobre todo a postrimerías del siglo XIX, España vivió la consolidación, expansión e interiorización cada vez más amplia de estas nociones de tal modo que los ingenieros quedaron identificados con ellas en el imaginario público, convirtiéndose en símbolos – trágicos, a veces- de los retos de la nueva era.

Sin embargo, la relación entre la ciencia y el trabajo de ingeniero en los discursos corporativo-profesionales no era tan nítida como podría parecer de las líneas generales esbozadas en los párrafos anteriores. De hecho, a lo largo de la época se observan definiciones múltiples y coexistentes del conocimiento y del trabajo de ingeniero. Los documentos legales de finales del XVIII y la primera mitad del XIX con frecuencia hablan en relación con la ingeniería de las escuelas de *aplicación*, de las *ciencias aplicadas*.⁶⁷ Sin embargo, los ingenieros pocas veces utilizaron esta definición hasta muy avanzado el siglo XIX.⁶⁸ Prefirieron definir su *corpus* de conocimientos como *ciencia de ingeniero*.⁶⁹ En este punto hay que subrayar que existían distintas visiones sobre el carácter de esta(s) ciencia(s). La más frecuente es la de varias ciencias de ingeniero, por ejemplo la *ciencia de montes*⁷⁰, cada una siendo una mezcla particular de una serie de disciplinas científicas, a veces divididas en fundamentales y auxiliares. Esta definición abría la puerta a los debates internos sobre qué ciencias eran las más adecuadas para el desempeño de cada *clase* de ingenieros. Especialmente los ingenieros militares, portadores de la tradición que se vieron desplazados de los campos de actividad más dinámicos, plantearon una visión alternativa, la de una *ciencia de ingeniero* única que luego se *aplicaría* en distintos ámbitos.

Solo a partir de la definición del corpus de conocimientos característico como ciencia (o ciencias) de ingeniero y sus “profesiones” como las “que por su naturaleza pueden llamarse científicas”, los ingenieros estaban dispuestos a proceder a la definición del “trabajo de ingeniero” como *aplicación*. En 1869, por ejemplo, los ingenieros industriales definieron a los ingenieros en particular y a los hombres de ciencia en general como “inteligencias que abarcando los principios de la ciencia puedan aplicarlos a la realización práctica”.⁷¹ Los lemas como “Saber es hacer” de los

⁶⁷ Por ejemplo el R.D. de 19 de noviembre 1835, *Colección Legislativa de España*, vol. 22, 537-540.

⁶⁸ Es significativo que el concepto de ciencia *aplicada* para definir el *corpus* de conocimientos de los ingenieros fue utilizado por Gumersindo Vicuña quien, además de ingeniero industrial, era catedrático en la Facultad de ciencias.

⁶⁹ *Resumen histórico del arma de ingenieros...*, 17.

⁷⁰ Ramón Jordana y Morera, “Los ingenieros”, *Revista Forestal, Económica y Agrícola*, 5 (1872), 97-104 y 192-201. Citado y analizado en Vicente Casals Costa, “Saber es hacer: Orígen...”, 405.

⁷¹ Habla de ciencia del Ingeniero Cipriano Segundo Montesino y Estrada, catedrático en el Real Instituto industrial y director de Obras públicas durante el Bienio progresista, *Memoria sobre el estado de las obras públicas de España presentada al Ministro de Fomento por la Dirección de Obras públicas*, Madrid, Imprenta nacional, 1856. Para las profesiones científicas, véase Fernando García San Pedro (ingeniero militar y destacado matemático), “Observaciones sobre la organización de las Escuelas que acaban de describirse, y examen de las mejoras de que es susceptible la nuestra comparada con aquellas” en *Memoria presentada al Escmo. Sor. Yngeniero General, por el teniente coronel D. Fernando García San Pedro, sobre la organización que tienen en Francia y la Bélgica las Escuelas militares donde reciben su instrucción los Yngenieros del Ejército*, Madrid, 28 de febrero de 1839, 30 págs., *Archivo General Militar*, Segovia, Sección 1a, legajo G-925. Citado en José Ignacio Muro Morales, “Ingenieros militares: la formación y la práctica profesional de unos oficiales facultativos”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en...*, vol. 4, 602-603. Ingenieros industriales, “Causas del atraso de la industria en

ingenieros de montes o las llamadas intermitentes a la orientación práctica de los currícula escolares de los ingenieros de caminos no significaban que los ingenieros renunciaran a la cientificidad. Al contrario, los ingenieros siempre se acercaron a la práctica una vez cimentadas las bases científicas de su formación, y siempre con cautela, para no ser confundidos con *meros* artesanos.⁷²

Por otra parte, se pueden encontrar signos de un reconocimiento más bien implícito de la parte intuitiva del trabajo de ingeniero, sobre todo antes del último tercio del siglo XIX. A la vez que se percibían como hombres de ciencia, los ingenieros de caminos y de minas entendían parte de su trabajo como “el arte de las construcciones” o “el arte de las minas”, respectivamente, así como los militares entendían que la “profesión de ingeniero” formaba parte del “arte de la guerra”. Sin embargo es significativo que a mediados de los 1870 el *Memorial de Ingenieros*, la revista corporativa de los ingenieros militares, eliminó de su subtítulo la referencia al arte para autodefinirse como revista científico-militar.⁷³ El concepto de arte fue gradualmente abandonado o, en caso de la construcción de las obras públicas, entendido como los aspectos estéticos del trabajo del ingeniero – seguramente en relación con su resemantización a un nivel discursivo más amplio.⁷⁴

Además, en el último tercio del siglo ganó importancia otra definición alternativa, la de tecnología. En los años 1850 los promotores de la ingeniería agronómica utilizaron la palabra *tecnológica* para referirse a la instrucción en las tareas prácticas y manuales, correspondiente a la preparación para los empleos de nivel y estatus más bajo como peritos, jardineros u hortelanos. Mientras, los ingenieros agrónomos debían pasar primero por una sólida formación definida como *científica* para luego poder realizar ejercicios prácticos (es decir, recibir alguna instrucción “tecnológica”) sin que hubiera peligro de que fuesen confundidos con este tipo de empleados.⁷⁵ A partir del último tercio del XIX, las nociones de *técnica* y *tecnología* adquirieron unos contenidos más prestigiosos, sobre todo gracias a la creciente percepción de la industria como pilar del progreso y como signo de civilización. Eran los ingenieros industriales quienes hicieron ostentación de su nueva autoconfianza que no necesitaba muletas científicas para dotarse de prestigio, llamando

España”, *La Gaceta Industrial*, 172 (1869), 137.

⁷² Para citar algunos ejemplos de esta cautela, véase Rogelio Inchaurrendieta, “Escuela de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario (1899), 1-3. Para los ingenieros industriales consúltese el análisis de Antoni Roca-Rosell, “L’enginyeria de laboratori, un repte de nou-cents”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 1 (1996), 197-240. Este aspecto de la cuestión está analizado en detalle en el capítulo *La formación de los ingenieros*.

⁷³ Para los ingenieros de caminos véase *Instrucción general que deberá observarse para las visitas ordinarias de inspección a los Distritos*, Ministerio de Fomento, Junta Consultiva de Caminos, Canales y Puertos, aprobada por la Dirección de Obras públicas, 5 de abril 1855, *AHN*, MOP, legajo 51, 1855, también “Parte oficial”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1863). Para *el arte de las minas*: “Introducción”, *Revista Minera*, 1 (1850), 1-4. En caso de los ingenieros militares obsérvese la evolución del subtítulo de su revista *Memorial de Ingenieros* (que acabó llamándose de forma neutral: *Memorial de ingenieros del Ejército*, sin más).

⁷⁴ Véase por ejemplo Ramón S. de los Terreros (alumno de la Escuela de Caminos), “El arte en la ingeniería”, *Revista de Obras Públicas*, 17 (1897), 451-453. El autor entiende arte como el aspecto estético a consideraren “en la ciencia o profesión del Ingeniero de Caminos.” *Ibidem*, 452.

⁷⁵ Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología*..., 82-83.

a una de sus publicaciones *Revista tecnológico-industrial*. Sin embargo, hasta el final de la época analizada, la estrecha vinculación del conocimiento y del trabajo de los ingenieros con la noción de ciencia siguió siendo el modelo dominante, incluso para los ingenieros industriales. Igual, o incluso más que sus homólogos franceses cuya “cultura ingenieril” fue analizada por Eda Kranakis, los ingenieros españoles decimonónicos se movían en “un contexto en el que credencialismo y educación técnica formal eran importantes” ya a mediados del siglo XIX, en el que Estado fue referente principal y en el que el trabajo manual estaba estigmatizado.⁷⁶ A pesar de sus diferencias, para los ingenieros de caminos, para los militares, para los industriales, para los agrónomos, la ciencia significaba ante todo la forma de proceder racional y la capacidad de innovación opuesta en su discurso a la *rutina* y al *empirismo* de los *prácticos*.⁷⁷

Las nociones de ciencia y de utilidad tenían una estrecha relación con uno de los conceptos fundamentales que dominaron la época: el progreso. En este punto, considero imprescindible el análisis semántico de este concepto tal como aparece en el discurso de los ingenieros. Ante todo, analizaré la relación semasiológica entre la palabra y el concepto, es decir, los diferentes significados de la palabra “progreso”. Además, tal como apunta Koselleck y sus seguidores, el concepto básico (*Grundbegriff*) no es equivalente a una palabra y sus significados. Por lo tanto, no se puede omitir del análisis conceptual la relación onomasiológica de cómo un concepto adquiere significado a través de palabras que forman su campo semántico. El significado de la palabra “progreso” tiene que ver con una visión específica del tiempo histórico, que se inscribe en la tradición ilustrada⁷⁸ según la cual el Antiguo Régimen representaba un período de oscuridad, una larga noche en la que el pueblo había estado sumergido en un sueño profundo.⁷⁹ El presente era la

⁷⁶ Eda Kranakis, *Constructing a Bridge*..., 308.

⁷⁷ La Revista de Obras Públicas habla de “...gestión del Estado en este ramo con arreglo á la ciencia y á la razón” en “Bases generales para la nueva legislación de obras públicas”, *Revista de Obras Públicas*, 23 (1868), 269-271. La denuncia de la rutina y su oposición al trabajo del ingeniero guiado por la ciencia es omnipresente en el discurso de los ingenieros. Para los ingenieros de caminos: Francisco Milla, “Proyectos empíricos y proyectos facultativos”, *Revista de Obras Públicas*, 3 (1853), 29-33. Para los agrónomos, véase Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología. Una historia de los ingenieros agrónomos en España*, 76. Para los industriales, véase el análisis de Guillermo Lusa, “Contra los titanes de la rutina. La cuestión de la formación matemática de los ingenieros industriales (Barcelona 1851-1886)”, en Santiago Garma, Víctor Navarro y Dominique Flament (eds.), *Contra los titanes de la rutina. Encuentro en Madrid de investigadores hispano-franceses sobre la historia y la filosofía de la matemática*, Comunidad de Madrid/CSIC, Madrid, 1994, 335-365. Josefina Gómez Mendoza llama la atención sobre una muestra atípica de reconocimiento de otro tipo de saber y de *expertise* en Agustín Betancourt, “Informe dado por don Agustín de Betancourt sobre los pantanos y reparos que deben hacerse en Lorca”, Manuscrito conservado en Archivo de Lorca, 1802, reproducido en J. Muñoz Bravo, “Agustín de Betancourt en Lorca”, en *Betancourt. Los inicios de la ingeniería moderna en Europa. Exposición*, CEDEX – CEHOPU, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1996, 88-98. Véase Josefina Gómez Mendoza, “Los ingenieros de caminos y de montes y su intervención en el paisaje”, en Joan F. Mateu Bellés y Manuel Nieto Salvatierra (ed.), *Retorno al paisaje*, Evren, Valencia/Madrid, 2008, 482.

⁷⁸ Reinhart Koselleck, *Futuro pasado. Para una semántica de los tiempos históricos*, Paidós, Barcelona, 1993. Sobre las visiones pre-ilustradas del progreso véase por ejemplo José Antonio Maravall, *Antiguos y modernos: visión de la historia e idea de progreso hasta el Renacimiento*, Alianza, Madrid, 1986.

⁷⁹ Ejemplo de esta visión: “en fatal letargo...sumido(s) a la miseria o en un grande abatimiento”, porque la “ignorancia y desgobierno...por tanto tiempo pesaron sobre el país” en la Exposición de motivos para el cambio de reglamento fue publicada como “Exposición de motivos para el cambio de reglamento por la Comisión de Ingenieros, aprobado

mañana, cuando el sol del conocimiento libre de prejuicios empezaba a despertar al pueblo de su letargo. El futuro se dibujaba como un largo día en el que el sol de la ciencia iluminaría el camino ascendente del progreso hacia la felicidad de la humanidad.⁸⁰ Sin embargo, el concepto de progreso introducía cierta ambigüedad en esta visión, dado que se aplicaba tanto en el sentido de “afán de perfeccionamiento innato al hombre”, “un proceso constante y natural de la evolución de la humanidad” y como “proyecto del cambio social”.⁸¹ En este punto subrayemos los límites interpretativos impuestos por la percepción de la palabra como unidad independiente del texto. Resulta, por lo tanto, útil volver al análisis del discurso para entender mejor el significado de la palabra, su existencia como concepto. En este caso particular, es la falta de necesidad de presentar pruebas y argumentos para defender la existencia del progreso y, al contrario, su uso como prueba y como argumento, lo que me insta a concluir que los ingenieros decimonónicos españoles daban el progreso por hecho. Como tal, progreso era una fe optimista según la cual la humanidad absorbía cada vez más conocimiento sobre el mundo y era capaz de usarlo para el provecho de todos, encontrando soluciones a los problemas de los hombres a través del uso de la razón. El otro significado era distinto: progreso también significaba un proyecto de reformas, acciones y obras (materializadas en máquinas, construcciones y en la transformación del paisaje) orientado hacia el fomento y la aceleración de dicho proceso, eliminando los obstáculos acumulados por las instituciones irracionales del Antiguo Régimen. Su objetivo consistía en superar el *retraso* acumulado por España en comparación con los países hegemónicos como Francia o Gran Bretaña y situar a España – de nuevo- entre los países (más) civilizados. Los ingenieros hacían gran énfasis en su contribución al progreso material, que entendían como la condición *sine qua non* del progreso moral, suponiendo que una vez satisfechas sus necesidades básicas, el pueblo podía elevar sus mentes hacia lo sublime.⁸²

La ambigüedad del significado de progreso, o su doble anclaje en el pasado y en el futuro,

por la Junta consultiva, examinado por el Consejo del Estado, modificado por el gobierno”, *Revista de Obras Públicas*, 24 (1863), 284-291. La *Exposición* continua en *Revista de Obras Públicas*, 1 (1864), 2-11.

⁸⁰ La metáfora del *camino/vía del progreso* fue explotado sistemáticamente por los miembros de un cuerpo cuyo nombre mismo – ingenieros de caminos, canales y puertos – incluía la referencia a su tarea de construir las comunicaciones.

⁸¹ Citemos “tenemos fe en la marcha progresiva de la humanidad y en la poderosa ayuda que los adelantos materiales pueden prestar al cumplimiento de sus destinos” en “Parte oficial”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1853), 1. Un ejemplo de la visión del progreso como un proceso natural e inevitable en el discurso de los ingenieros militares, véase *Resumen histórico del arma...*, 11. Para el progreso como un afán de perfeccionamiento innato al hombre, citemos las palabras del ingeniero de montes Manuel Elizalde: “el hombre descansa y tranquilizado su instinto de conservación a que primero debió el descubrimiento, idea movido por el afán del progreso y obedeciendo a su perfectabilidad, nuevas maneras más fáciles, más cómodas, y más útiles de llev(n)ar el objeto que se propuso. Busca, investiga y estudia nuevas combinaciones de la materia y de la fuerza que encuentra a su alcance, e incesantemente va perfeccionando aquel sistema primitivo...” en *AH-OEPM*, Privilegios reales, expediente n. 4961, 1872.

⁸² En las siguientes páginas este trabajo desarrolla la parte titulada “Las posiciones socio-profesionales de los ingenieros a través del discurso de la *Revista de Obras Públicas*” del siguiente artículo: Darina Martykánová, “Por los caminos del progreso. El universo ideológico de los ingenieros de caminos españoles a través de la *Revista de Obras Públicas* (1853-1899), *Ayer*, 68 (2007), 193-219.

correspondiente a las categorías analíticas koselleckianas de *Erfahrungsraum* y *Erwartungshorizont*, es aún más clara si analizamos sus tres antónimos: *atraso*, *retraso* y *declive*. *Atraso* es una noción estática, basada en la visión dicotómica del tiempo histórico como la noche y el día, el sueño y el despertar, mientras *retraso* y *declive* se refieren a la ralentización e incluso la conversión, respectivamente, de un proceso continuo que puede y debe acelerarse eliminando los obstáculos (prejuicios, instituciones irracionales que limitan la iniciativa humana) y contribuyendo a través de la acción activa (construcción de obras públicas o de máquinas para la industria).⁸³ Esta incongruencia permitía a los ingenieros, igual que a sus contemporáneos partidarios del cambio, presentar sus ideas y sus proyectos como un dogma. Podían ser firmes creyentes en el progreso a la vez que sus principales creadores y promotores.⁸⁴ Por lo tanto no resulta sorprendente encontrar -a nivel del análisis retórico- referencias al *progreso* y al *atraso/retraso* como base para demandas corporativas o profesionales.

Procediendo en el análisis, hay que hacer hincapié en que el concepto de progreso adquiere significado (es *signifié*) a través de una serie de palabras, formando así un campo semántico. Entre estas palabras podemos identificar *civilización*, *fomento*, *reforma*, *evolución*, *ciencia* y otros como *libertad*, *orden* y *armonía*. Progreso como *civilización* permite entender mejor el carácter complejo del concepto. Civilización se entiende como un proceso de conquista, aprendizaje, refinamiento personal y colectivo, y a su vez se construye como una sociedad feliz y armoniosa, el paraíso a alcanzar. Se inscribe en la visión universalista del mundo, en la percepción de la humanidad como un todo. Esta visión incluía la convicción de que existía un conocimiento universal, válido y útil para todos, que se podía descifrar gracias a la ciencia. Además, había un componente más activo, e incluso agresivo, que el mero desciframiento de las leyes de la Naturaleza, que era la parte técnica, consistente en saber cómo utilizar el conocimiento adquirido para dominar y someter las fuerzas de la Naturaleza, hacerlas servir al Hombre.⁸⁵ La percepción universalista del mundo y del conocimiento implicaba que las partes del mundo, definidas como países, naciones, pueblos o razas, eran comparables entre sí y podían organizarse en una escala jerárquica dependiendo del volumen del conocimiento universal que fueran capaces de “descubrir” y “utilizar”. Este sentido atribuido al

⁸³ Para la visión dicotómica: “en un país como el nuestro en que nada existía en el campo de la civilización”, en “Cuerpo de Ingenieros de caminos, canales, puertos y faros”, *Revista de Obras Públicas*, 23 (1856), 265. Para la visión como un movimiento imparable: “Si los adelantos en el arte de la guerra fueron siempre de interés vivísimo para todas las naciones, porque la constante enseñanza de la experiencia prueba que la inmovilidad y hasta el menor atraso ocasionan derrotas inevitables caso de lucha, y los perjuicios y decadencia que es consiguiente para el vencido” en “Táctica de infantería” *Memorial de Ingenieros*, 5, (1875), 39.

⁸⁴ Según los ingenieros, las obras públicas eran el “principal agente del progreso después de la prensa”. Véase “Parte oficial”, *Revista de obras públicas*, 1 (1853), 1.

⁸⁵ “El positivo adelanto y constante perfeccionamiento de la civilización actual en el orden científico”, es decir, “la marcha progresiva” de “todas las ciencias” y de la industria “ensanchan de día en día”, según el autor - alumno de la Escuela de Caminos, “el círculo de los conocimientos humanos, poniendo al servicio de la actividad industrial y constructora poderosos inventos de todo género”. Ramón S. de los Terreros (alumno de la Escuela de Caminos), “El arte en la ingeniería”, *Revista de Obras Públicas*, 17 (1897), 452.

mundo fomentaba la competencia entre aquellos que lo interiorizaron, aunque no excluía la cooperación basada en el sentimiento de pertenencia a la comunidad universal. A lo largo de las décadas que constituyen el objeto de esta investigación, se pueden observar cambios de enfoque entre una u otra actitud.

A finales del siglo XVIII y en las primeras décadas del XIX, los ilustrados se sentían miembros de una comunidad universal compuesta por hombres portadores de las luces y de la civilización. Este sentimiento de pertenencia, en la que basaron sus demandas de liderazgo, se combinaba a menudo con la actitud pragmática de servir a cualquier soberano deseoso de maximizar los recursos a su disposición para su mayor gloria y para el mayor peso de su reino.⁸⁶ Desde el advenimiento del liberalismo hasta los años 1870 la civilización se refería más bien a la participación en los avances científicos y sociales de la época y a la integración en el prestigioso club de las naciones modernas y civilizadas. La redefinición de *nación* hacia un concepto más exclusivo y competitivo, junto con la penetración del darwinismo social en el imaginario de los ingenieros españoles, contribuyeron al hecho de que en las últimas décadas del siglo XIX y los primeros años del XX se enfatizara la rivalidad.⁸⁷

Las nociones de *reforma* y *fomento* -acciones organizadas desde arriba para maximizar la riqueza del país- que forman parte del campo semántico del concepto de progreso de los ingenieros españoles, apuntan hacia la relación con el Estado como responsable de la felicidad del *pueblo* y del éxito internacional de la *patria/nación*. El Estado debería:

- eliminar todos los obstáculos legales y mentales al progreso, acumulados durante el Antiguo Régimen. Los ingenieros entienden la libertad de la iniciativa humana como la condición imprescindible del progreso, sobre todo en el período de 1840-1870.
- promover el progreso activamente, construyendo caminos, canales, ferrocarriles y otras vías de comunicación, promoviendo la extracción y el aprovechamiento de las riquezas del subsuelo, fomentando la producción agrícola o, en el caso de los ingenieros de minas,

⁸⁶ Las trayectorias vitales de Agustín de Betancourt, Juan López de Peñalver, Felipe Bauzá o José María Lanz son testimonio de aquel sentir y actuar. Por otra parte, en muchos casos esta *flexibilidad* no excluía el *patriotismo* entendido como vínculo sentimental hacia España y el deseo de contribuir al bien común y al fomento de las riquezas de la *patria*.

⁸⁷ Como ejemplo de la visión de la comunidad de los países civilizados, extendida en los años cincuenta y sesenta: “¿Quién es...tan ignorante que no conozca que los pueblos más adelantados que avanzan ancha y llanamente por el camino de la civilización no solo remueven los obstáculos, sino que prodigan toda clase de auxilios al desarrollo de la riqueza pública, en la que fundan su grandeza y poderío? ¡Ay de nosotros si dejamos de imitarles! Pues bien, para igualarles, imitemos sus adelantos, y dejando á un lado rancias preocupaciones caminemos sin temor por la senda del progreso material, pues solamente así podremos alcanzar el lugar privilegiado que nos señale la Providencia entre los pueblos libres, ilustrados y venturosos” en Miguel Garriga y Roca, “Memoria que acompaña al plano de la ciudadela de Barcelona y proyecto de su derribo”, *Revista de Obras Públicas*, 3 (1863), 29-34. Ángel Retortillo habla directamente sobre el “pertenecer a la gran familia europea” en Ángel Retortillo, “Caminos de hierro”, *Revista de Obras Públicas*, 3 (1853), 25-29. Para una visión más competitiva, véase “Ingenieros de caminos, Canales y Puertos. Sus proyectos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario (1899), páginas sin numerar; Pablo Alzola y Minondo, *Historia de las obras públicas en España*, Madrid, 1994, 383-449 (primera edición 1899).

poniendo al alcance de la nación la riqueza del subsuelo.

Entender el progreso como un proceso promovido desde arriba tiene una relación estrecha con una visión específica de la construcción del Estado, típica de España, Francia y otros países, caracterizada por la configuración de un aparato central altamente intervencionista. Esta definición ofrecía un espacio favorable al uso retórico del concepto del progreso en los discursos corporativo-profesionales, dado que constituía una herramienta eficaz para demandar exclusividad, privilegios y competencias.

Las visiones, a menudo enfrentadas, de los ingenieros sobre el papel del Estado están analizadas de forma pormenorizada en la sección dedicada a los ingenieros y el cambio político, cultural y técnico. En este punto del análisis conceptual solo cabe subrayar que había un consenso alrededor de la percepción del Estado como eliminador de obstáculos, creador del marco legal y garante de las reglas de juego. A partir de este punto de consenso se elaboraron opiniones radicalmente distintas sobre la intervención del Estado, desde aquellas que reivindicaban su tarea de “gran industrial”, constructor, promotor y protector activo de las riquezas del país, pasando por las que entendían su implicación activa en estas actividades como una necesidad temporal debida a la debilidad del sector privado en España, hasta las que percibían la intervención del Estado como una perversión que alteraba el orden natural y entorpecía el progreso. Opiniones que sufrieron variaciones a lo largo del tiempo. Es preciso señalar que estas diferencias radicales de opinión se debían al hecho de que los ingenieros como individuos formaban parte de comunidades más amplias (reformistas ilustrados, librecambistas, proteccionistas, conservadores, etc.) y sus planteamientos no pueden interpretarse solamente dentro de un discurso corporativo-profesional, sino en estos marcos discursivos más amplios.⁸⁸

Las opiniones contestadas sobre el papel del Estado operaron con otro concepto clave en el discurso de los ingenieros, el de la *libertad*. El progreso fue significado como libertad, siendo ésta entendida como condición del progreso, a la vez que el progreso era percibido como liberador.⁸⁹ Esta doble dinámica se plasmaba en opiniones concretas, múltiples y a menudo enfrentadas sobre cómo actuar, qué políticas desarrollar y en qué ámbitos centrar los esfuerzos. Citemos por ejemplo a López Peñalver que animaba a buscar “la libertad en la independencia y la independencia en la

⁸⁸ Sin embargo, hay que subrayar que en ocasiones algunos grupos e individuos pretendían presentar su opinión como compartida por todo el cuerpo o profesión.

⁸⁹ Por ejemplo, según Ángel Retortillo, los caminos de hierro “han producido y producirán muchos resultados económicos e industriales, y han despertado grandes cuestiones sociales y políticas, cuyo feliz término no es dudoso, pues según la expresión de los mismos alemanes, *el camino de hierro es un nuevo redentor bajado á la tierra para libertar á los pueblos de la guerra, la ignorancia y el despotismo, que son sus cánceres devoradores.*” y “Completar la unidad nacional, consolidando nuestras libertades con tan eficaces medios de gobierno, es el beneficio que la política debe esperar como segura consecuencia de su establecimiento.” En Ángel Retortillo, “Caminos de hierro”, *Revista de Obras Públicas*, 3 (1853), 25. Para la libertad como condición del progreso: “Bases generales para la nueva legislación de obras públicas”, *Revista de Obras Públicas*, 23 (1868), 269-271.

industria”.⁹⁰ Una metáfora recurrente en el discurso de los ingenieros a lo largo de la época fue la de “remover obstáculos”, tarea frecuentemente atribuida a la legislación y/o al Estado (incluidas las autoridades públicas a nivel provincial y municipal). Así, los ingenieros industriales hablan de una “legislación eminentemente justa y liberal, que quite toda clase de trabas y entorpecimientos al que consagre su vida y sus esfuerzos [a la industria]” como condición necesaria para superar el “atraso de la industria en España.”⁹¹ Se suponía que la libertad entendida como *movilidad* generaría el aumento de la riqueza, y – al no existir efectos distorsionadores – conllevaría el triunfo del *orden* entendido como *racional* o *natural*. Con importantes matices se puede afirmar que en la primera mitad de la época estudiada se hizo hincapié en el carácter racional del orden, mientras las últimas décadas objeto de mi análisis destacaron por la naturalización de las distintas visiones del orden.

Estas observaciones nos llevan a estudiar un campo relacionado, como es la dinámica entre dos formas de significar el concepto de progreso muy presentes en el discurso de los ingenieros decimonónicos, la del progreso como *movimiento* y la del progreso como *orden*. La percepción del progreso como un movimiento -la marcha imparable de la humanidad- hacia un estado cualitativamente más avanzado ya ha sido constatada y analizada en las páginas precedentes. Enlazando con las ideas de los fisiócratas del siglo XVIII, a lo largo de la época la circulación fue entendida como medio para conseguir la prosperidad y la riqueza de forma civilizada, fruto de la inteligencia, frente a la fuerza bruta asociada con los modos de conquista del pasado.⁹² Desde esta visión solo había un paso para atribuir al movimiento un valor *per se*, con fe en su capacidad productiva y regeneradora.

Avanzando el siglo XIX, esta visión estrechamente relacionada con la mecánica se fue agudizando y dinamizó ámbitos de acción hasta entonces más estáticos, como era el de la intervención en el espacio urbano. Josefina Gómez Mendoza señala el cambio que se produjo hacia

⁹⁰ Juan López de Peñalver, “De la influencia de la industria en la situación política de las naciones”, *Periódico del Ministerio de la Gobernación de la Península*, 20 de abril de 1823, Tomo 1, Imprenta Nacional, Madrid, el 20 de abril 1823; reproducido en Ernest Lluch (ed.), *Escritos de López de Peñalver*, Madrid, ICIA/Quinto Centenario/Antoni Bosch/IEF/, Madrid, 1992, 251.

⁹¹ Ingenieros Industriales (firman 144), “Causas de atraso de la industria en España”, *La Gaceta industrial*, 172 (1869), 137.

⁹² “Las sociedades modernas, que han abandonado las huellas de sus predecesoras, para quienes la invasión y el pillaje fueron, en unas, los medios de conquista y adquisición, y la servidumbre, en otras, el fundamento de la conservación y pacífica posesión de aquellas sangrientas conquistas, y que han reconocido al trabajo libre como base de su existencia, no han podido menos de considerar á las vías de comunicación, como sus más poderosas auxiliares para el desarrollo de la prosperidad y riqueza públicas (...) No son necesarias más explicaciones para comprender que el objeto de las vías de comunicación en nuestra época, es trasportar las personas y las cosas en las condiciones más ventajosas de comodidad, celeridad y economía; objeto, cuya más noble consecuencia es la preponderancia social de la inteligencia sobre el injusto poder de la fuerza material del hombre.” Ángel Retortillo, “Caminos de hierro”, *Revista de obras públicas*, 3 (1853), 25-29. Por otra parte, el mismo artículo no duda de expresar admiración hacia la conquista en el Oeste norteamericano, subrayando con aprecio el hecho que “en los Estados de la Unión americana” los caminos de hierro “han asegurado las conquistas de los europeos”. La paradoja se entiende solo dentro de la lógica de la *tierra vacía* y el *indio invisible* o es que la renuncia a la invasión y a la sangrienta conquista solo entra en vigor entre “las sociedades modernas”, entre los que se reconocen mutuamente como “civilizados” dentro de la “gran familia europea”.

mediados del siglo XIX: “para la gran utopía de los primeros urbanistas (y el ingeniero Ildefonso Cerdá es el mejor representante de ello) la circulación aparece ahora como la clave de la urbanización.”⁹³ El movimiento fue percibido con cada vez mayor fuerza, no solamente como un medio para alcanzar el progreso, sino también como un síntoma de él, incluso como el objetivo mismo de la vida humana. Aparece representando la vida frente a la muerte, la limpieza frente a la suciedad, la salud frente a la enfermedad, el progreso contra el estancamiento, la regeneración frente a la degeneración.⁹⁴ Como consecuencia, *abrir* y *descubrir* se convertirían en operaciones retóricas y prácticas de claras connotaciones positivas, asociadas con la salud material y moral.⁹⁵ De esta forma se justificaron medidas drásticas -como las demoliciones masivas- para abrir las ciudades al tráfico, pero también para hacerlas más fáciles de controlar. Este movimiento tenía unos adjetivos ineludibles, tenía que tratarse de un movimiento ordenado, regulado, que no debería escaparse del control, para que no reinara el caos, tanto o más nocivo que la inmovilidad y el estancamiento.

El orden es un *signifiant* clave del progreso. De forma parecida a la civilización y la libertad, es entendido de forma múltiple como condición del progreso, como su característica indispensable y como el objetivo hacia el que se avanza. Los ingenieros hicieron suyas las aspiraciones a la ordenación del territorio iniciadas por la administración ilustrada y reanudadas de forma redefinida por los afrancesados y liberales.⁹⁶ En su actividad subyacía el esfuerzo por hacer el espacio (fuese el territorio, la ciudad o el bosque) legible, medible y comprensible con el fin de hacerlo gobernable y regular los elementos dinámicos (agua, tráfico) para hacerlos eficaces y provechosos.⁹⁷ Ordenar y

⁹³ Josefina Gómez Mendoza, “Los ingenieros de caminos y de montes y su intervención en el paisaje”, en Joan F. Mateu Bellés y Manuel Nieto Salvatierra (ed.), *Retorno al paisaje*, 49.

⁹⁴ Marcel Roncayolo, “Le modèle haussmanien”, en Georges Duby (ed.), *Histoire de la France urbaine*, vol. 4, *La ville de l'âge industriel*, Seuil, París, 1983, 78-117.

⁹⁵ Esta constatación puede parecer obvia, ya que hoy en día compartimos esta noción con los antepasados del siglo XIX cuyo discurso analizo. Sin embargo, es importante apuntar a una valoración inversa que se hace de ambas operaciones en otros ámbitos históricos, geográficos y/o culturales. Cerrado puede significar valioso, protegido de la suciedad material y moral, mientras abrir y descubrir puede significar exponer al peligro y a la contaminación. Un estudio de caso: Carol Delaney, *The Seed and the Soil. Gender and Cosmology in Turkish Village Society*, University of California Press, Berkeley, 1991. Incluso entre los ingenieros españoles del XIX encontramos ejemplos de la lógica opuesta: los ingenieros de montes se esforzaron por *cubrir* o volver a cubrir los montes con el bosque, protegiendo la tierra y permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos naturales. Asimismo, condenaron la apertura de los montes a la rapiña como consecuencia de la desamortización. Véase Vicente Casals Costa, *Los ingenieros de montes en la España contemporánea, 1848-1936*, Ediciones del Serbal, Barcelona, 1996, 35-38 y 52-60.

⁹⁶ Antonio T. Reguera Rodríguez, *Geografía de Estado. Los marcos institucionales de la ordenación del territorio en la España contemporánea, 1800-1940*, Universidad de León, León, 1998.

⁹⁷ Existe una amplia bibliografía sobre este tema. Citemos por ejemplo a Antoine Picon, “Arquitectos e ingenieros”; Antonio T. Reguera Rodríguez, *Geografía de Estado...*; Josefina Gómez Mendoza, *Ciencia y política de los montes...* y “Los ingenieros de caminos y de montes...”; Santos Madrazo, *El sistema de transportes en España...*; Vicente Castels Costa, *Los ingenieros de montes en la...*; Antonio Morales Moyá, “Política y administración en la España del siglo XVIII (Notas para una sociología histórica de la administración pública)”, *Revista de Administración Pública*, 105 (1984), 167-201. Ildefonso Cerdà dejó un testimonio muy elocuente en su trabajo y en los artículos destinados a su promoción y defensa: Ildefonso Cerdà, “Construcciones civiles. La calle”, *Revista de Obras Públicas*, 5 (1863), 57-60 y “Edificación”, *Revista de Obras Públicas*, 24 (1863), 291-295.

regular según los principios de la ciencia era hacer posible el progreso, encauzarlo y consolidar sus logros. El afán ordenador penetra el vocabulario y la práctica de los ingenieros, englobando desde el deslinde del territorio español hasta el deslinde de competencias entre las ingenierías.⁹⁸

En el plano político, esta relación entre el orden y el progreso *como movimiento* era un dilema a resolver para los liberales decimonónicos, y los ingenieros españoles formaron parte de esta comunidad más amplia. A la vez, la dinámica entre estos dos conceptos ofrecía una flexibilidad conveniente. Permitía a los liberales del XIX optar no solamente por la reforma, sino ocasionalmente también por la revolución como manera de eliminar los obstáculos al movimiento, y a la vez defender su encauzamiento, aspirar a determinar su alcance o directamente proclamar su fin.⁹⁹ Para los ingenieros, jugar con esta dinámica permitía legitimar sus aspiraciones al poder desde unos puntos de vista radicalmente opuestos, pues cuando se erigieron en defensores de un cambio revolucionario como forma de impulsar el progreso -fuera a nivel político o en sus propuestas urbanísticas-, pretendían a su vez ofrecer garantías de orden a través de las referencias a su proceder científico.¹⁰⁰ Otros – o los mismos en otro momento- podían ensalzar la *tranquilidad* y el *sosiego* frente a la *agitación*, y reivindicar la *razón* frente a las *pasiones*, dibujando un cuadro de calma política como el ambiente más adecuado para el desarrollo de la industria y para construir obras públicas y aprovechar eficazmente las riquezas naturales.¹⁰¹ Implícitamente, los ingenieros

⁹⁸ Lo que se entendía por orden difirió a lo largo de la época. En líneas generales se observa cierta tendencia desde una visión estática hacia una visión dinámica.

⁹⁹ Para los conceptos en el discurso de los liberales españoles del siglo XIX, véase el análisis de María Sierra, “Conceptos y discursos en representación”, (en prensa).

¹⁰⁰ En cuanto al paralelismo entre la política y el trabajo del ingeniero, la autopercepción de los ingenieros de caminos e industriales que abrazaron las ideas librecambistas como artífices de la revolución en ambos ámbitos resulta especialmente elocuente. Se pueden encontrar numerosos ejemplos en la *Revista de Obras Públicas* y en la *Gaceta industrial* a lo largo de los años 1860. Como culminación de este discurso, véase el preámbulo escrito por José Echegaray del decreto-ley del 14 de noviembre de 1868, reproducido parcialmente en Pablo Alzola y Minondo, *Historia de las obras públicas...*, 364-368. Este decreto-ley (y su Preámbulo) fue aplaudido por la *Revista de Obras Públicas* en su momento, “Bases generales para la nueva legislación de obras públicas”, *Revista de Obras Públicas*, 23 (1868), 269-271. Incluso los ingenieros militares enfatizaron el papel clave de la revolución, aunque dentro de los límites impuestos por su estatus de oficiales sólo se lanzaron a alabar aquellos que se produjeron en la “ciencia de fortificar”. No hace falta recordar que, en la práctica, los oficiales españoles no dudaron en implicarse en procesos revolucionarios en numerosas ocasiones. *Resumen histórico del arma de ingenieros...*, 11. De la misma forma se podrían citar ejemplos entre el orden impuesto por el trabajo de los ingenieros y el orden como principio que debería reinar en la sociedad. Véase por ejemplo el análisis de la *Revista forestal* realizado por Vicente Casals Costa, *Los ingenieros de montes en la...*, 265-266.

¹⁰¹ “Para que (las ciencias en España) obtengan el (lugar) que les corresponde todavía será preciso esperar la hora en que las pasiones se hallen del todo amortiguadas, rectificadas ciertas ideas, desvanecidas muchas preocupaciones é ilusiones vanas y aun olvidados los estravíos que tantas desventuras atrajeron sobre nosotros en lo que va del siglo. Día feliz sería ese, tanto sin duda como el que pudiera señalar el fin de una época de miserias y calamidades.” “Introducción”, *Revista Minera*, 1 (1850), 1-4. Para sosiego, véase por ejemplo la *Exposición de motivos para el cambio de reglamento* (del Cuerpo de caminos) que insistía en la actividad febril durante las dos últimas décadas, sobre todo en los últimos diez años y alababa la política del Estado en el ramo de Obras Públicas. Mantenía que “á tan grandiosos resultados han contribuido principalmente el sosiego interior, que ha permitido a la Nación desplegar sus fuerzas morales y físicas a la sombra de las nuevas instituciones...” y también la racionalización de la administración: la regularidad aportada por los presupuestos, la mejor organización de la administración en general, el crédito que trajo la inversión extranjera, sobre todo en ferrocarriles. “Exposición de motivos para el cambio de reglamento por la Comisión de Ingenieros, aprobado por la Junta consultiva, examinado por el Consejo del Estado, modificado por el gobierno”, *Revista de Obras Públicas*, 24 (1863), 284-291. La *Exposición* continua en *Revista de Obras Públicas*, 1 (1864), 2-11.

postularon la superioridad de la ciencia – el dominio de la razón y del orden cuyos portavoces se consideraban- frente a la política, ya que esta sin su presencia y supervisión tendería a convertirse en el dominio de las pasiones y del caos.

El concepto de la *armonía* juega un papel importante en el discurso de los ingenieros y en los discursos decimonónicos en general, aunque quizá haya sido tratado menos que otros por la historiografía. La relación de los ingenieros con la Naturaleza contenía una ambigüedad profunda: por una parte, ésta debía ser dominada y subyugada, y sus secretos descubiertos para satisfacer las necesidades del Hombre. Los ingenieros se atribuían un papel importante en esta empresa. La Naturaleza fue construida a través de las metáforas de género: “la tierra no se presta generosa á ofrecernos sus ocultos tesoros, como la historia de nuestra minería en la presente época lo manifiesta bien.” No hace falta tener mucha imaginación para profundizar en la metáfora, interpretando la figura del ingeniero (de minas, en este caso) como la de un hombre que tiene la voluntad y la capacidad de *forzar* a la tierra reticente a que le entregue sus preciados tesoros.¹⁰² Por otra parte, los ingenieros operaban con la armonía como *signifiant* del progreso, en el sentido de un establecimiento gradual del equilibrio entre los dos polos de la dicotomía Naturaleza – sociedad tal como fue construida por el discurso ilustrado. Esta visión se plasmó en las ideas sobre la armonización de la Naturaleza y el aprovechamiento humano, entre la obra de ingeniería y el paisaje, entre la conservación del monte y la producción de madera para la calefacción y para el uso industrial, etc.¹⁰³ Sin embargo, se aprecian unas incongruencias discursivas que derivaron de la construcción compleja y paradójica de la dicotomía Naturaleza - sociedad. Mientras en gran número de ocasiones los ingenieros reconocían con orgullo su trabajo como una intervención artificial, una creación, aspirando a “ordenar transformando”, al mismo tiempo operaba también la fe de que su trabajo se regía por las leyes naturales y que hacía triunfar el orden natural. Esta confianza estaba enmarcada en el uso del lenguaje matemático enriquecido a partir de las últimas décadas del siglo XIX por las nociones de la Física. El convencimiento de estar actuando conforme con las leyes naturales a través de la ciencia permitía a los ingenieros ser agresivos en sus intervenciones en la Naturaleza y en la sociedad, en el nombre de lo que definían como el bien común.¹⁰⁴ No percibían una incompatibilidad más que ocasional entre el provecho del Hombre y la Naturaleza. La ciencia les dotaba de confianza de estar actuando conforme con las leyes naturales a la vez que el discurso milenario de los monoteísmos mediterráneos les reconfortaba en su convicción de que el último objetivo de la Naturaleza era servir al Hombre.

Asimismo se produjo un traslado de estas nociones en las ideas de los ingenieros sobre el

¹⁰² “Introducción”, *Revista Minera*, 1 (1850), 1-4.

¹⁰³ Véanse Josefina Gómez Mendoza, “Los ingenieros de caminos y de montes...” y Vicente Casals Costa, *Los ingenieros de montes en la...*

¹⁰⁴ Ildefonso Cerdà definió los ensanches como la adaptación de las ciudades “á tenor de las prescripciones de la ciencia”. Ildefonso Cerdà, “Construcciones civiles. La calle”, *Revista de Obras públicas*, 5 (1863), 57.

funcionamiento de la sociedad. De esta forma, el estado ideal de la sociedad era armonía, un equilibrio en el que los conflictos desaparecieran o se librarían de forma ordenada (por ejemplo, a través de “la discusión que esclarece”¹⁰⁵ o a través de la libre competencia en el mercado). A partir de esta noción se elaboraron, sin embargo, opiniones muy distintas sobre en qué consistía esta armonía social y cuáles eran las maneras de alcanzarla. De esta forma, los mismos presupuestos podían llevar a posturas y acciones radicalmente diferentes. Para los ingenieros librecambistas de los años 1850 y 1860 la eliminación de obstáculos a la libertad llevaría a la armonía social, ya que suprimiendo las distorsiones todas las fuerzas podrían alcanzar su posición justa y *natural* en un reajuste permanente, dinámico y ordenado. No obstante, la noción de armonía adquiría también implicaciones estáticas y conservadoras tal como las encontramos sobre todo en los textos de las últimas décadas del siglo XIX y primera década del XX. Podía hacer referencia a una sociedad en la que cada grupo social ocuparía un sitio fijo en el que resultaría más útil para la nación. Desafiar este orden –individual o colectivamente– sería un crimen contra la patria. Además, al percibir las divisiones sociales no solamente como útiles, sino también como plasmación del orden natural-divino, las implicaciones de esta manera de ver las cosas podían ser desmovilizadoras o directamente hostiles frente a las reivindicaciones de igualdad y justicia social promovidas desde los movimientos político-sociales de la época.

Los pilares conceptuales del discurso de los ingenieros no eran, de ningún modo, estáticos y atemporales. Para examinar cómo se producía el cambio en los discursos corporativo-profesionales de los ingenieros incluiré un breve estudio de caso de la interacción de los conceptos de *progreso* y *pueblo* en el discurso de los ingenieros-funcionarios durante la segunda mitad del siglo XIX. En este caso concreto, el concepto de *pueblo*, susceptible de sufrir cambios importantes en el discurso público más amplio de las élites liberales españolas, tuvo un profundo impacto sobre el concepto de progreso particular de los ingenieros y sobre su propio papel en él. Como caballeros de las clases acomodadas y como hombres de ciencia que demostraron su capacidad a través del mérito, los ingenieros desarrollaron una metáfora familiar del poder, adaptada a los tiempos del liberalismo constitucional. Se percibían a sí mismos como pertenecientes a una *hermandad* de capaces que se reconocían mutuamente como ciudadanos iguales y adoptaron una actitud paternalista hacia la masa amorfa del pueblo español. Como buenos *padres*, los capaces pretendían llevar de la mano al pueblo-*niño*.¹⁰⁶ Esta metáfora se traducía en actitudes y prácticas concretas, susceptibles al cambio en el tiempo. En el segundo tercio del siglo XIX, una parte importante de los miembros de los cuerpos civiles de ingenieros se decantaron por las corrientes ideológicas de progresismo o de liberalismo radical que otorgaba una posición clave a la noción de *pueblo*, y al proyecto de una

¹⁰⁵ “Parte oficial”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1853), 1.

¹⁰⁶ Análisis inspirado en Lynn Hunt, *The Family Romance of the French Revolution*, University of California Press, Berkeley, 1992.

transformación progresiva de los sujetos en ciudadanos a través de los efectos civilizadores de la libertad y de la educación. Hasta los años 1870, los ingenieros manifestaron su optimismo considerando que el pueblo-*niño* poseía capacidad natural de mejora, e incluso de autogobierno, que podía desarrollarse plenamente si fuesen abolidos los obstáculos irracionales a la libertad de la iniciativa privada acumulados durante el Antiguo Régimen. En consecuencia, los ingenieros se concebían a sí mismos como un grupo de hombres racionales, libres de prejuicios gracias al conocimiento científico, cuyo objetivo era asegurar el progreso del *pueblo* y de la *patria* eliminando barreras naturales e históricas que impedían al pueblo alcanzar la madurez y el bienestar moral y material. En concreto, su contribución como ingenieros consistía en eliminar obstáculos naturales a la libre circulación, construyendo carreteras, canales, puertos, faros, puentes y ferrocarriles. De esta forma pretendían incentivar el comercio y el intercambio de ideas, haciendo posible tanto la libertad de movimiento de personas como de ideas que despertaría al pueblo de su largo letargo, como también la satisfacción de necesidades materiales que permitirían al pueblo elevar su mente hacia lo sublime. Asimismo, los ingenieros criticaron la falta de libertad que sofocaba la iniciativa privada y bloqueaba así el proceso natural del progreso en España. Finalmente, defendían la diseminación de conocimientos útiles de ciencia y tecnología entre el pueblo, en un esfuerzo pedagógico por redirigir la atención de las élites hacia un conocimiento más útil, como también para crear individuos racionales de las masas ignorantes.¹⁰⁷ Eso sí, los ingenieros pretendían perpetuar su liderazgo en cualquier circunstancia, legitimándolo a través de la ciencia. Así, la población debía de ser “suficiente, trabajadora, moral, enérgica y pertinaz, que no retroceda ante dificultad alguna, y sea poderoso auxiliar de las concepciones del hombre de ciencia.”¹⁰⁸

Después del Sexenio Democrático (1868-1874) se observa un cambio significativo. Por un lado, la hermandad imaginada de iguales – las autodenominadas *fuerzas vivas* de la nación- incluía un número cada vez más amplio de grupos y personas.¹⁰⁹ Por otro lado, el *pueblo* parecía condenado, a los ojos de sus padres autoritarios, a una infancia permanente e irremediable. En la primera mitad de la época objeto de este estudio, el concepto de *pueblo* en el discurso de las elites

¹⁰⁷ En los primeros años del Sexenio incluso se llegó a expresar la confianza en ciertas capacidades del pueblo, lo que seguramente marca una distancia con la actitud “infantilizante” habitual. Esta actitud está claramente expresada en el Preámbulo escrito por José Echegaray del ya mencionado decreto-ley del 14 de noviembre de 1868. Sin embargo, eran sobre todo los ingenieros industriales quienes destacaron por su confianza en que el pueblo pudiera y debiera interiorizar ciertos conocimientos científicos, algo que repercutiría en la prosperidad general (y a su vez fomentaría el reconocimiento social de los ingenieros). Véase Guillermo Lusa, “La Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en...*, vol.5, 371-373; Ramón Alberdi, *La formación profesional en Barcelona*, Ediciones Don Bosco, Barcelona, 1980.

¹⁰⁸ Ingenieros Industriales (firman 144), “Causas de atraso de la industria en España”, *La Gaceta industrial*, 172 (1869), 137.

¹⁰⁹ La metáfora ampliamente usada de *fuerzas vivas* resultaría doblemente familiar y persuasiva a los ingenieros, ya que se utilizaba también en el lenguaje de la física. Véase por ejemplo el conocidísimo libro de Ganot, traducido al español y reeditado en varias ocasiones y utilizado como libro de texto en varias instituciones. Adolphe Ganot, *Tratado elemental de Física y de Meteorología*, Carlos Bailly-Bailliere, Madrid, 1858. (Primera edición en francés, 1851).

incluía tanto un nivel inclusivo, como exclusivo (es decir, *Nosotros, el pueblo*, igual que *Nosotros, los líderes, guías y salvadores de él/ellos, el pueblo*). No obstante, en el último cuarto del siglo XIX llegó a ser asociado casi exclusivamente con las “masas ignorantes” en el discurso de las elites liberales, perdiendo su sentido glorioso y venerable. Su significado se desplazó hacia la imagen de hordas embrutecidas con una tendencia natural al desorden y a la ignorancia, y cuyo estado presente constituía una amenaza de degeneración para la nación española. Estas masas podían ser mantenidas en orden, disciplinadas, instruidas y utilizadas eficazmente, pero desde luego no se preveía que podrían ni que deberían quedarse sin guía de sus padres voluntariosos nunca jamás. El componente glorioso del concepto de *pueblo* anterior a 1880 parecía desvanecerse en el discurso de las elites liberales españolas, en detrimento de otro concepto, el de la *nación*, que se refería más bien a una unidad abstracta estrechamente vinculada con la *patria*, país y territorio. Inscrito en la intersección de las percepciones universalista y nacionalista del mundo, el discurso de las elites hacía hincapié en la rivalidad con otras naciones, llamando al sacrificio y al esfuerzo de todos para garantizar el éxito de España en la competencia internacional. El todo parecía valer más que sus componentes, erigiéndose la *nación* en un concepto glorioso alejado de la visión depresiva del *pueblo*.¹¹⁰

Tal redefinición no suponía, sin embargo, abandonar la actitud paternalista y pedagógica hacia el *pueblo*. El objetivo principal parecía consistir en mejorar el rendimiento de la nación como entidad, no en hacer posible la igualdad entre sus componentes. Aquel objetivo se alcanzaría imponiendo la disciplina y cultivando al *pueblo* al introducir mejoras en su salud, educación y condiciones de vida, de tal forma que los diversos sectores de la *población* pudieran desempeñar de la mejor forma posible las tareas que les correspondían. No obstante, si el pueblo-*niño* no estaba dispuesto a contentarse con la categoría social asignada, los *padres* manifestaron su desaprobación y llamaron al orden, mostrándose dispuestos de imponer su autoridad incluso por fuerza.¹¹¹

¹¹⁰ Sobre la rivalidad entre las naciones dentro de la visión finisecular del mundo como regido por los principios socialdarwinistas, véase Diego Núñez Ruiz, *La mentalidad positiva en España: desarrollo y crisis*, Tucur, Madrid, 1975 y *El darwinismo en España*, Castalia, Madrid, 1977; Juan Pan-Montojo, “Introducción ¿98 o fin de siglo?” y “El atraso económico y la regeneración” en Juan Pan-Montojo (coord.), *Más se perdió en Cuba. España, 1898 y la crisis de fin de siglo*, Alianza Editorial, Madrid, 2006, 15- 35, sobre todo 19-22, y 311-32.

¹¹¹ Estas actitudes, frecuentes durante la Restauración, se plasman en la desautorización de cualquier movimiento “revolucionario” como perjudicial y en las repetidas llamadas a la tranquilidad y al orden. Para el énfasis en la fuerza de la nación, en su rendimiento, como también para las llamadas al orden, recogimiento y trabajo: “España necesita dos cosas esenciales si ha de reconstituirse: Celebrar los funerales de D. Quijote de la Mancha aventando sus cenizas y adoptar como lema de su regeneración el apotegma de que es preciso ser fuertes persiguiendo este fin primordial en un largo período de orden, de paz, de recogimiento, de moralidad y de trabajo que acreciente el patrimonio nacional hasta alcanzar la riqueza y el saber, bases imprescindibles para la fortaleza de las naciones.” en Pablo Alzola y Minondo, *Historia de las obras públicas en España*, 449. Para el énfasis en el orden y en la tranquilidad y para la fijación de las diferencias sociales, véase por ejemplo: J. M. Ruiz de Salazar, “Lo que debe ser Madrid”, *Revista de Obras Públicas*, 4 (1892), 55 o la diatriba contra el socialismo de G. Gironi, “El socialismo”, *Boletín de la Asociación Central de Ingenieros Industriales*, junio 1882, citado, junto con otros ejemplos de una opinión negativa hacia el socialismo expresada por los ingenieros industriales, en Manuel Silva y Guillermo Lusa, “Cuerpos facultativos del...”, 382. Para la alabanza de “el poder y la protección de los Monarcas”, véase “Ingenieros de caminos, Canales y Puertos. Sus proyectos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario (1899),

Dentro de este panorama, la definición del progreso por parte de los ingenieros cambió hacia la visión de España compitiendo con otras naciones sobre el escenario internacional de luchas de poder, en el que todos los factores eran comparables y podían ordenarse jerárquicamente. Los ingenieros entendían su papel como el de líderes naturales en posesión de un conocimiento objetivo y apolítico (o, mejor, suprapolítico), responsables de crear condiciones para el progreso de la nación y para el reforzamiento de su posición entre las potencias. En concreto, se concentraron en crear las condiciones para el rendimiento máximo del pueblo llevando a cabo reformas urbanas, construyendo alcantarillados y asegurando el abastecimiento de agua. Además, insistían en incrementar las posibilidades de España en la competición internacional, orientando sus esfuerzos hacia el fomento del desarrollo industrial y las manifestaciones de la grandeza a través de obras monumentales de ingeniería.

La noción de *trabajo* ocupó un lugar destacado, aunque ambiguo y problemático, en los discursos corporativo-profesionales de los ingenieros decimonónicos. Por lo tanto, resulta clave analizarla para entender cómo operaba en la construcción de estos discursos y qué papel desempeñó en las aspiraciones al estatus de elite por parte de los ingenieros. Estos definieron su práctica como el *trabajo de ingeniero* y no se cansaron de repetir lo duro y sacrificado que era, aportando descripciones vivas de las penurias y la falta de comprensión a las que se veían condenados en sus destinos en las provincias o en las fábricas.¹¹² Esta apreciación concreta enlazaba con una valoración a nivel general, según la cual “las sociedades modernas (...) han abandonado las huellas de sus predecesoras, para quienes la invasión y el pillaje fueron, en unas, los medios de conquista y adquisición (...) y (...) han reconocido al trabajo libre como base de su existencia.”¹¹³ La “aplicación al trabajo” se consideraba esencial para “la fortaleza, la consideración y hasta la independencia [que] obtienen hoy las naciones”.¹¹⁴ No obstante, fijémonos en los múltiples significados que se dieron al trabajo. Los ingenieros decididamente optaron por ensalzar la laboriosidad y la inteligencia, entendida también como ingenio y actividad. Por otra parte, la emancipación del trabajo fue calificada incluso como “la más noble tarea del hombre sobre la tierra”.¹¹⁵ Los ingenieros mantenían que con la introducción de la máquina de vapor o del ferrocarril -es decir, gracias a su trabajo- “la condición de (el hombre) ha mejorado física y moralmente”, lo que implica que el trabajo físico se consideraba embrutecedor en ambos aspectos.

páginas sin numerar.

¹¹² Amador Montenegro López (ed.), *Memorias de un ingeniero del siglo XIX: Eduardo Cabello Ebrentz*, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1991; Eugenio Maffei, *Centenario de la Escuela de Minas en España, 1777-1877*, Madrid, M. Tello, 1877; “Introducción”, *Revista Minera*, 1 (1850), pp. 1-4. Para la imagen del sufrimiento del ingeniero, véanse también “Necrología”, *Revista de Obras Públicas*, 24 (1857), p.279; “Necrología”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1860), 9-11.

¹¹³ Ángel Retortillo, “Caminos de hierro”, *Revista de Obras públicas*, 3 (1853), 25-29.

¹¹⁴ “Ingenieros de caminos, Canales y Puertos. Sus proyectos”, *Revista de Obras públicas*, n. extraordinario (1899), páginas sin numerar.

¹¹⁵ Ángel Retortillo, “Caminos de hierro”, *Revista de Obras públicas*, 3 (1853), 25.

En este sentido los ingenieros compartieron la visión de Adam Smith y David Ricardo del trabajo como fuente de la riqueza, a la vez que este constituía una pena, un sufrimiento, cuando no directamente una maldición.¹¹⁶ Asimismo interiorizaron una visión dicotómica del trabajo como físico (manual) o intelectual, fuese esta separación percibida como producto de la división progresiva del trabajo gracias al maquinismo (en la línea de Smith), o dentro de una redefinición decimonónica de las antiguas divisiones entre las artes liberales (u oficios nobles) por una parte y los oficios viles (bajos, mecánicos) por otra. Esta dicotomía permitía a los ingenieros mantener una visión negra y deprimente del trabajo manual acorde con el discurso hegemónico de las élites españolas de la época y, a la vez, ensalzar el trabajo intelectual -el suyo- como ocupación no solamente provechosa para el bien común, sino a la vez compatible con el honor y libre de los peligros de la degradación física y moral.

La configuración *cientifista* del trabajo del ingeniero en la España decimonónica resulta comprensible dentro del marco de las jerarquías sociales en las que los ingenieros pretendían incrustarse en una posición ventajosa. Si los ingenieros aspiraban a conseguir y mantener un perfil de elite como grupo y como individuos, tenían que alejarse lo más posible de la asociación con el trabajo físico, considerado en los círculos a cuyo reconocimiento aspiraban como social e incluso moralmente degradante para el ser humano. Para ilustrar estas actitudes y su penetración en el discurso de los ingenieros, citemos la *Revista minera* que desaconsejaba a las empresas y a los individuos participar en la explotación de los depósitos auríferos en California, ya que se trataba de “una faena propia únicamente de gente infeliz, como son los naturales, que viven como bestias, alimentándose mal y durmiendo á la intemperie.” En vez de dejarse “seducir por las pintorescas descripciones de los americanos” y “someterse á fatigas no acostumbradas”, los lectores deberían explotar los recursos de la península ibérica o invertir en Brasil “donde los criaderos son explotados con esclavos”.¹¹⁷

Mancharse las manos trabajando en la Península ibérica podía suponer, sin embargo, un peligro significativo para el estatus social y los ingenieros tenían que desplegar todos sus recursos discursivos para no ser confundidos con esa “gente infeliz” obligada a trabajar en condiciones difíciles. Incluso un trabajo intelectual remunerado, sobre todo en el sector privado, podía ser percibido como indigno del hombre de ciertas aspiraciones sociales al verse como una

¹¹⁶ Sobre la recepción en España de las teorías de Smith y Ricardo, véase: Ernest Lluch Martín y Salvador Almenar Palau, “Difusión e influencia de los economistas clásicos en España” en Enrique Fuentes Quintana (ed.), *Economía y economistas españoles*, vol. 4, *La economía clásica*, Barcelona, Galaxia Gutenberg – Círculo de Lectores, Barcelona, 1999, 93-170; Pedro Schwartz Girón, “La recepción inicial de ‘La riqueza de las naciones’ en España”, *ibidem*, 171-238. Sobre el pensamiento económico de algunos economistas – ingenieros, véase Ernest Lluch Martín, “Juan López de Peñalver, un economista matemático”, *ibidem*, 451-458; Jordi Pascual Escutia, “Algunas notas sobre la figura de José Echegaray como economista” *ibidem*, 535-542; Camilo Lebón Fernández y Rocío Sánchez Lissén, “Gabriel Rodríguez: un combativo economista liberal en el último tercio del siglo XIX español”, *ibidem*, 507-533.

¹¹⁷ J.M.D., “Sobre los principales depósitos auríferos y en particular sobre los de la California”, *Revista Minera*, 2 (1850), 56-61.

desafortunada necesidad que creaba dependencia.¹¹⁸ Para entender el alcance del problema de compaginar el trabajo remunerado con el estatus de elite, fijémonos solamente en los casos de la representación de los personajes vinculados con la ingeniería en la literatura decimonónica. Su relación con el trabajo es cuanto menos ambigua. En la novela *La familia de León Roch* (1878), obra de Benito Pérez Galdós, un escritor con simpatías políticas que evolucionan desde el progresismo hacia el republicanismo de izquierdas, el personaje principal es identificado como un sabio, matemático, geólogo, botánico y astrónomo, salido de la Escuela de Minas, pero que no se gana la vida como ingeniero. Se trata de León Roch, que se codea con la nobleza y vive sin tener un empleo, ya que heredó la fortuna de su padre, fabricante de chocolate. Se dedica a la ciencia al puro estilo de un sabio-caballero del siglo XVIII, es su pasatiempo y el signo de su ilustración.¹¹⁹ En *Electra* (1901), Máximo, que estudió ingeniería, es considerado el mejor matemático del país y desarrolla ciertas negociaciones administrativas en el Ministerio de Fomento, además de dedicarse a la ciencia y -en este punto se observa un notable cambio producido a finales del siglo XIX- a la invención en el laboratorio que tiene en su casa. En esta obra de teatro, tanto Máximo como su entorno mencionan el trabajo en numerosas ocasiones.

“Vienes de Fomento?”

Máximo: Vengo de conferenciar con los bilbaínos. Hoy es para mí un día de prueba.

Trabajo excesivo, diligencias mil, y por añadidura la casa revuelta.”

...

“Tía: Ay, no me digas. Trabajas brutalmente.

Máximo: Lo necesario, tía, por obligación, y un poco más por goce, por recreo, por entusiasmo científico.”

De estas líneas podemos suponer que para Máximo, al contrario que para León Roch, el trabajo en su vertiente del cargo administrativo que ostenta, es una fuente de ingresos. Sin embargo, cuando Máximo habla de su trabajo se refiere sobre todo a su actividad no remunerada: la investigación en el laboratorio, sus inventos y sus ecuaciones. Este trabajo es a la vez un placer, un impulso de su espíritu, una necesidad intelectual y moral, ya que “el ocio es el primer perturbador de nuestra mente.” Por otra parte, se puede observar un eco de la lógica capitalista, pues según su tío acaudalado que financia la implantación de sus inventos, Máximo podría llegar a ser muy rico gracias a ellos. Además, se trataría de una explotación de los frutos del trabajo que no crea dependencia. Sin embargo, no es Máximo quien lo dice ni quien parece darle importancia. La imagen que se quiere dar de Máximo es que trabaja ante todo por placer y por curiosidad

¹¹⁸ Sobre la independencia como uno de los pilares de la ciudadanía en el liberalismo decimonónico: Rafael Flaquer Montequi, “Ciudadanía civil y ciudadanía política en el siglo XIX. El sufragio” en Manuel Pérez Ledesma (ed.), *De súbditos a ciudadanos: una historia de la ciudadanía en España*, Centro de estudios políticos y constitucionales, Madrid, 2007, 59-102.

¹¹⁹ Benito Pérez Galdós, *La familia de León Roch*...

intelectual, teniendo en cuenta las formas en las que su trabajo podría resultar útil para los demás, pero pensando poco en la manera en la que podría beneficiarse él.¹²⁰

En *Doña Perfecta* (1876), Pepe Rey es un ingeniero de caminos encargado por el Ministerio de Fomento de una comisión que más bien correspondería a un ingeniero de minas.¹²¹ Pepe, quien también está caracterizado como matemático, estudió en Inglaterra y Alemania y trabajó en distintas obras para grandes compañías constructoras. Se trata del personaje sin duda más cercano a la práctica de un ingeniero español de su época. Aún así, no es miembro en activo de ningún cuerpo facultativo y su tarea actual consiste más en el reconocimiento del terreno que en la planificación y la dirección de obras.¹²² Es decir, su personaje reúne los dos puntos socialmente más aceptables de la figura del ingeniero, como son el dominio de la ciencia y el servicio al Estado, mientras el desempeño cotidiano de sus tareas queda prácticamente invisible. El ingeniero aristócrata Guillermo de Loja de *La pródiga*, escrita por P. A. de Alarcón en 1882, tampoco pasea su trabajo delante del lector; enseguida se pasa a la política, fijándose como objetivo ser ministro de fomento.¹²³

En conclusión, tanto en la obra de Galdós, como en la de otros escritores resulta problemático conciliar la realización del trabajo de ingeniero propiamente dicho con el estatus de elite.¹²⁴ Los hombres están vinculados con la ingeniería sobre todo por sus estudios formales, que legitiman su dominio de la ciencia, y no por construir carreteras, diseñar y hacer funcionar las máquinas de uso industrial o planificar la explotación de una mina (paradójicamente Máximo, el personaje que inventa y busca aplicaciones para la electricidad, no cobra por ello y nunca se le define como *ingeniero*). Ordóñez Rodríguez mantiene que León Roch y Pepe Rey “eran personajes que no representaban *la acción*, no leemos ninguna descripción de su actividad, no sabemos nada de qué ni para qué construyen, ni de cómo construyen, ni qué dificultades encuentran, ni sabemos cómo son los obreros, ni los materiales, ni las técnicas que utilizan.”¹²⁵ De esta forma, incluso aquellos que ensalzaron a los *sabios* graduados en las escuelas de ingeniería como los hombres del futuro e impresionaron a sus lectores describiendo los destinos trágicos de estos mártires del progreso condenados a la incomprensión por una sociedad mediocre y presa de prejuicios, tuvieron serias dificultades en reconocer el *trabajo de ingeniero*. En sus tramas, ser ingeniero no es un

¹²⁰ Benito Pérez Galdós, *Electra*. (véase la referencia a la obra en formato virtual, sin paginar, en la *Bibliografía*)

¹²¹ Benito Pérez Galdós, *Doña Perfecta*...

¹²² Además, “la fortuna de su padre (...) le permitía librarse en breves periodos del yugo del trabajo material.” Pepe aprovechaba estos periodos para dedicarse “a la observación y el estudio de los prodigios con el que el genio del siglo sabe cooperar a la cultura y bienestar físico y perfeccionamiento moral del hombre.” Benito Pérez Galdós, *Doña Perfecta*...
http://www.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/12709411925695940210435/p0000001.htm#I_4_

¹²³ Pedro Antonio de Alarcón, *La pródiga*, Madrid, Imprenta de A. Pérez Dubrull, 1882.

¹²⁴ Ostentar un cargo administrativo contribuye a su prestigio, pero las descripciones ofrecidas no sugieren una carrera de Estado regular (ni hablar de un trabajo diario en la fábrica), sino unas misiones o encargos discrecionales que no implican una rutina laboral.

¹²⁵ Javier Ordóñez Rodríguez, “Ingenieros, utopía y progreso en la novel española del Ochocientos”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e Ingeniería en...*, vol. 4, 499.

trabajo, sino sobre todo un signo de la personalidad librepensadora que se debe al dominio de la ciencia. A veces, la actividad que los personajes realizan estaba cargada de esperanza de utilidad, pero si se trataba de hombres de élite, su práctica de la ciencia era dieciochesca en su gratuidad y en su realización en el ámbito doméstico.¹²⁶ La fuente del estatus social de estos hombres son las fortunas familiares y los cargos administrativos. Solamente en las vísperas del siglo XX se abren –a través de las alusiones a las posibilidades de comercialización de los inventos- las puertas a un nuevo hombre inventor-empresario.

Moviéndose en un ambiente en el que el trabajo constituía una práctica potencialmente problemática y socialmente comprometedora, los ingenieros desarrollaron estrategias discursivas y prácticas de varios tipos para hacer su trabajo no solamente aceptable, sino incluso convertirlo en una fuente de prestigio y estatus. La primera -permitámonos denominarla *conformista*- consistía en escudarse en los referentes de aceptación común en la época, ante todo en el origen familiar. A pesar de la reivindicación continua del mérito propio por parte de los ingenieros, el ideal no era un *self-made-man* -hombre salido de la nada que alcanza el éxito luchando contra los obstáculos y trabajando duro.¹²⁷ Si bien es cierto que desde la Ilustración la balanza fue cambiando desde el estatus adquirido por nacimiento hacia la capacidad de obtener resultados, la imitación de los valores aristocráticos como el parentesco y la antigüedad de la estirpe era común entre la burguesía liberal, de cuyas filas procedía la mayoría de los ingenieros. Las memorias, las necrologías y otros tipos de documentos producidos por los ingenieros están repletos de referencias a las familias distinguidas y acaudaladas y a los padres que gozaban de buena posición, atestiguando los intentos de reinención de la alcurnia.¹²⁸ El otro recurso, muy querido por los ingenieros miembros de los cuerpos del Estado, consistía en asemejarse a los oficiales del Ejército para participar en su prestigio y alto estatus. El espíritu del cuerpo, el énfasis en el honor, la disciplina cuasimilitar y el uso de los uniformes, todas estas prácticas nos llevan a concluir con Maria Malatesta que los ingenieros civiles no dudaron “en utilizar el imaginario del pasado para construirse un nuevo rol dentro de la

¹²⁶ ¿Será casualidad que Pepe Rey, el más ingeniero de los tres graduados galdosianos de las escuelas especiales fue creado durante el Sexenio democrático?

¹²⁷ En este punto llama la atención la diferencia entre España y Francia. A diferencia de los funcionarios de alto nivel franceses, los ingenieros españoles no reivindicaron el mito del hombre salido de la nada. La brecha simbólica entre el “pueblo” y las élites parecía ser demasiado pronunciada, al no haber imperativo republicano presente que obligara a las élites a construir lazos simbólicos con “el pueblo”, a justificarse de esta forma. Sobre el mito del *parvenu* elevado gracias a la meritocracia en Francia: “Existe un mito de la ascensión social gracias a las carreras públicas basado en casos auténticos de individuos de origen humilde en el nivel más alto del servicio al Estado. Estadísticamente negligibles, son de una importancia simbólica enorme comparado con su número, porque sirven como ejemplos siempre mencionados de las posibilidades abiertas a través del mérito y el trabajo que el Estado recompensa dándoles lo que está reservado a los privilegiados” en Christoph Charle, *Les hauts fonctionnaires en France au XIXe siècle*, Paris, Collection Archives, Gallimard/Julliard, 1980, 29-32.

¹²⁸ Un ejemplo para los ingenieros militares: “Nacido en Guadalajara en 1825...Sus honrados y acomodados padres, fueron D..... y Doña.....” en “El brigadier Don Jorge Molina. Necrología”, *Memorial de Ingenieros*, 6 (1875), p.48. Para los ingenieros de caminos: “hijo del magistrado...y de Dña...ambos de familias muy distinguidas....” en “Necrología”, *Revista de Obras Públicas*, 24 (1857), 279. Las necrologías analizadas desde este punto de vista también en Fernando Sáenz Ridruejo, *Ingenieros de Caminos del siglo XIX*, 10.

sociedad¹²⁹.

Los ingenieros no se limitaron, sin embargo, a reproducir los patrones existentes durante el Antiguo Régimen, sino que contribuyeron a redefinirlos y a *tensar los límites* de lo respetable. El discurso de la ciencia y la asunción del *ideal analítico* (es decir, la definición de su trabajo como ciencia o aplicación de la ciencia¹³⁰) les ofrecía una oportunidad para conseguirlo. De este modo podrían mantener que, debido a su honradez y al mérito, deberían formar parte de una nueva “aristocracia de nuestro siglo; aristocracia que ha de buscar sus blasones en el estudio y la ciencia; sus hazañas en el trabajo; sus títulos solo en el *nombre* de quien sepa hacer de su *nombre* su verdadero *título de grandeza*”, y a la vez aceptar los títulos nobiliarios que les integraban en la elite *a la antigua*.¹³¹ La ciencia era la base de la capacidad, que constituía no solamente un concepto fundamental para la autorrepresentación de los ingenieros, sino también una categoría social institucionalizada que en la España decimonónica otorgaba derechos y estatus.¹³² Además, presentar sus obras como aplicaciones útiles de la ciencia permitía a los ingenieros defender la idea de que su trabajo suponía obrar de forma desinteresada por el bien común: “el desinterés, entendido como la capacidad de no perseguir fines inmediatos, el comportamiento virtuoso, es decir la pasión por el bien público, en fin, la incompatibilidad con los oficios “viles” eran los cánones profesionales del Antiguo Régimen.”¹³³ Como postula Maria Malatesta, “el ideal tipo de profesional-caballero era un individuo educado que frecuentaba la buena sociedad y era capaz de mantener el justo equilibrio entre el honor y la utilidad, típica del Antiguo Régimen.”¹³⁴ Para apropiarse de estos modelos, los ingenieros obraron cautelosamente. Rechazaron frontalmente la visión del ingeniero como técnico intermedio entre el hombre de ciencia y el obrero. Asimismo evitaron la asociación de su trabajo con el esfuerzo físico. Cuando éste debía tener algún papel en la formación o el desempeño de las

¹²⁹ Maria Malatesta, *Professionisti e gentiluomini...*, 350.

¹³⁰ La definición es de Antoine Picon, *L'invention de l'ingénieur moderne...*

¹³¹ *Revista de Obras Públicas*, 2 (1863), 27. Manuel Silva Suárez cita este artículo a la vez que llama la atención a la otorgación de los títulos de nobleza a varios ingenieros en “Presentación. El Ochocientos: de la involución postilustrada y la reconstrucción burguesa” en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e Ingeniería en España*, vol. 4, *El ochocientos: Pensamiento, profesiones y sociedad*, 70, nota a pie n.129. La perspectiva de Silva es algo distinta de la mía, ya que hace – correctamente, desde luego - hincapié en la sustitución de la nobleza de cuna por la profesional en la Administración, mientras mi interés en este punto está en la apropiación y en la redefinición de las categorías ligadas al Antiguo Régimen para conseguir un doble anclaje de la legitimidad y neutralizar los peligros asociados a la práctica de *trabajo*.

¹³² Sobre la ciudadanía política basada en la *capacidad* en vez de fundamentarse exclusivamente en la propiedad: José María Jover, “Situación social y poder político en España de Isabel II” en *Política, diplomacia y humanismo popular*, Turner, Madrid, 1976.

¹³³ Maria Malatesta, *Professionisti e gentiluomini...*, 350.

¹³⁴ *Ibidem*, 351. Véase también las cualidades intangibles y difíciles de medir asociadas con la “buena educación” de un caballero, citadas como apropiadas para un “director de caminos” por Betancourt y López de Peñalver: “tener una educación no vulgar, la cual no solamente hace recomendables los hombres en el trato con los demás, sino que también da aquel discernimiento y aquel tacto fino que en ciertos casos suele servir aún más que la ciencia.” Agustín de Betancourt y Juan López de Peñalver, *Memoria sobre los medios de facilitar...*; La referencia explícita a la distinción como cualidad requerida prácticamente desaparece en la segunda mitad del siglo XIX y a principios del XX, sustituida por honradez. El honor aparece a lo largo de la época estudiada, adquiriendo a partir de la segunda mitad del siglo XIX un matiz militar, de oficial, más que de *gentleman*.

tareas, se asemejaba al entrenamiento militar (por ejemplo las largas marchas realizadas por los alumnos de la escuela de montes) o a la actuación de los oficiales en el campo de batalla (por ej. los ingenieros-jinetes infatigables que recorrían largos tramos de carreteras en construcción). No obstante, su práctica cotidiana, el desempeño de su trabajo y la reivindicación pública que los ingenieros hacían de él, aún utilizando todos los recursos del imaginario hegemónico o precisamente gracias a la movilización eficaz de éstos, contribuyeron a ensanchar los límites de la respetabilidad, ampliando el espacio para el trabajo como valor en sí.

Se dieron, no obstante, casos de confrontación frontal con la visión de trabajo que predominó entre las clases dominantes. Fueron los ingenieros industriales, el grupo profesional de cuyas filas se oyeron las formulaciones más radicales de un ideal alternativo que erigía el trabajo como la base misma de la ciudadanía. Los ingenieros industriales plantearon la “necesidad física y moral de trabajo”, llegando a afirmar -como ya se ha constatado- que “el ciudadano que no trabaja, no es completamente honrado”.¹³⁵ Estas voces eran las sirenas del futuro: en el siglo XX, la identidad profesional iba a convertirse en una de las identidades cruciales del hombre -más adelante y sólo hasta cierto punto también de la mujer- e incluso aquellos que no tuvieran la necesidad material de trabajar se verían obligados de definir su ocupación y desarrollar algún tipo de actividad productiva, o al menos aparentarlo.

Cabría preguntarse de qué forma el contexto en el que operaban influía efectivamente en la práctica de los ingenieros españoles, cómo moldeaba su actividad profesional y qué límites le ponía, qué tipo de procedimientos incentivaba y cuáles marginaba. Tal investigación, parecida al análisis comparativo que Eda Kranakis realizó para Francia y los Estados Unidos, es un reto para los historiadores de la ciencia y la tecnología española.¹³⁶ En este punto solo cabe apuntar en algunas direcciones: indudablemente, las paradojas internas del concepto del trabajo y las ambigüedades discursivas proporcionaron flexibilidad y constituyeron un ambiente muy proclive a desarrollar múltiples estrategias. Sin embargo, considerando el trabajo de ingeniero en toda su amplitud existente en aquella época -ya que los ingenieros españoles se vieron necesariamente expuestos a sus prácticas y a sus resultados por buscar comparación e inspiración entre sus compañeros extranjeros-, la trampa inherente a la separación nítida y cargada de valores entre el trabajo físico y el intelectual para los ingenieros decimonónicos parece obvia, pues la emancipación del trabajo manual gracias a las máquinas, deseada por los ingenieros, implicaría necesariamente trabajo y no solamente intelectual, pero también el físico, imprescindible para construir y mantener en funcionamiento estas máquinas. Los ingenieros españoles (y no sólo ellos), al optar por una

¹³⁵ R. Franquelo, “Necesidad física y moral de trabajo”, *Revista industrial*, 30/09/1863. y J.V.P. “El trabajo”, *La Gaceta industrial*, 160 (1868), 429, citados en Guillermo Lusa Monforte, “Industrialización y Educación: Los ingenieros...”.

¹³⁶ Eda Kranakis, *Constructing a Bridge...*

definición de su trabajo alejada de lo físico o manual, limitaron sus posibilidades de explorar estos terrenos tan transitados por los ingenieros británicos y, sobre todo, estadounidenses, y se vieron obligados a negociar cautelosamente cualquier tipo de práctica, envolviéndola en un ropaje científico que la ennobleciera. Esta opción pudo asimismo contribuir a las dificultades que experimentaron los ingenieros para abrirse un hueco en la industria privada, ya que -hasta las últimas décadas del siglo XIX, cuando las cosas empezaron a cambiar- les resultaba extremadamente difícil convencer a los fabricantes de la utilidad de contratar los servicios de un ingeniero-sabio.

El análisis llevado a cabo en esta sección permite concluir que la época estudiada puede dividirse en dos grandes periodos. Para el primero, que incluye aproximadamente los últimos veinte años del siglo XVIII y las primeras cuatro décadas del XIX, es difícil afirmar que los ingenieros constituyesen una comunidad o unas comunidades que articulara(n) un discurso coherente, abierto al análisis. Las identidades de ingeniero eran extremadamente borrosas, salvo la identidad corporativa de los ingenieros del Ejército, fraguada a lo largo de los siglos anteriores, y apoyada en el saber matemático y en el estatus de oficiales. Las identidades de hombres que en algún momento se definieron o fueron definidos como ingenieros, se construyeron alrededor de ejes como la lealtad personal al rey, las formulaciones ilustradas del papel de las elites con respecto al bienestar de la Patria y al liderazgo de la Nación, y la pertenencia a una comunidad universal de hombres de ciencia. El contexto de las luchas discursivas y su plasmación en conflictos bélicos y políticos durante el primer tercio del siglo XIX no favoreció la consolidación de instituciones que sirvieran de apoyo para la estabilización de las comunidades imaginadas. Al mismo tiempo, este marco de visiones enfrentadas jugó un papel ambiguo en la (re)definición de las identidades de los ingenieros, debilitando y quebrando por una parte, forzando posicionamientos y autodefiniciones por otra, y proporcionando héroes y “mártires” a la futura hagiografía liberal.

El comienzo del segundo periodo se puede situar en los años 1840-1850. A partir de la segunda mitad del XIX se puede hablar de un discurso coherente, estabilizado por el contexto de un marco institucional concreto, producto de una consolidación previa de ciertas prácticas discursivas como la formación del Estado y la ciencia aplicada. El panorama se caracterizó por la coexistencia de fuertes identidades corporativo-profesionales apoyadas en las instituciones del Estado (cuerpos y/o escuelas), compatibles con el sentimiento de pertenencia a una comunidad imaginada de ingenieros definida a través de las referencias al conocimiento científico y a la contribución al progreso. El discurso de los ingenieros españoles evolucionó a lo largo de la época estudiada, al entrar los pilares de su arquitectura conceptual en interacción con conceptos nuevos y redefinidos, o en confrontación con las prácticas discursivas de otras comunidades imaginadas (de las que los

ingenieros pudieron o no también formar parte).

Aunque vinculados estrechamente con el Estado, los ingenieros españoles no se percibían como meros instrumentos de las políticas gubernamentales. Al contrario, reclamaron el derecho de marcar las pautas de la acción política y administrativa y establecer las reglas en su campo de acción. Para ello exigieron autonomía frente a la intervención “externa”, es decir, frente a otros burócratas y políticos y frente a los capitalistas en busca de beneficios.¹³⁷ Tampoco los que desarrollaron su actividad en el sector privado entendían su posición como subordinada a los capitalistas, sino más bien se percibían como mediadores entre los industriales y los obreros, como la voz de la razón en un mundo agitado y conflictivo. Estas actitudes derivaban del discurso de la capacidad, construido sobre la noción de la objetividad, una manera de proceder neutra y suprapolítica, adquirida a través del conocimiento especializado. Los pilares conceptuales expuestos permitieron a los ingenieros presentarse como expertos (*facultativos*) en su respectivo campo de acción. Se suponía que la capacidad adquirida a través de la educación formal y teórica otorgaba a su poseedor la autoridad en un área concreta con la que los no-expertos no podían competir. Esto implicaba la presunción de una diferencia radical entre la posición del experto (o *facultativo*) y la posición del ciudadano de a pie, ya que la fuerza del argumento de los expertos no se basaría en una simple opinión elaborada a través del uso de la razón individual, ni en la defensa del interés particular, sino en el acceso a un conocimiento especializado y objetivo. Partiendo de la reivindicación de la capacidad y de la objetividad, los ingenieros trataron temas amplios de gran relevancia política. Estos abarcaron desde el nivel de la intervención y regulación estatal hasta el control social del comportamiento. En la práctica, los ingenieros contribuyeron a la creación y desarrollo de nuevos mecanismos de control social y de disciplina, expandiendo a la vez su propio campo de acción.¹³⁸ En el marco del discurso de la capacidad y a través de las prácticas meritocráticas, los ingenieros legitimaron una noción de gobierno supuestamente neutral y objetiva, basada en el conocimiento privilegiado, contribuyendo así a la formación del discurso burocrático-científico sobre la administración y la justicia, que coexistía e interactuaba con otra visión más democrática del gobierno y de la ley como resultado de la voluntad popular. Como tal, estos ingenieros finiseculares eran los predecesores de la tecnocracia del siglo XX.

La definición de la ingeniería como derivada de la ciencia o directamente como ciencia - *la ciencia de ingeniero* – interactuaba con los diferentes significados y valores atribuidos al concepto

¹³⁷ “[el Cuerpo de Caminos es un] cuerpo independiente por la manera como conquistan su puesto los individuos que lo forman, y por la esfera en la que se mueve superior a los vaivenes que en tan breves periodos trastornan la organización política y económica del país” en “Cuerpo de Ingenieros de Caminos, canales, puertos y faros”, *Revista de Obras públicas*, 23 (1856), 265. “Hay que poner coto a la perturbación que introduce nuestro Parlamento en todos los planes de Obras Públicas”, en Pablo Alzola y Minondo, *Historia de la obras públicas en España*, 447.

¹³⁸ Judith Coffey, Darina Martykánová, Juan Pan-Montojo and Florencia Peyrou, “Law, Justice, and Public Opinion in 19th Century Liberal Europe”, en Günther Lottes, Eero Medijainen y Jon Vidar Sigurdsson (eds.), *Making, Using and Resisting the Law in European History*, Pisa, Edizioni Plus, 2008, 164-165.

de trabajo en la sociedad española de la época. Si los ingenieros aspiraban a obtener y conservar el estatus de elite, debían mantenerse alejados de ser asociados con el trabajo físico, considerado como degradante tanto socialmente como a nivel humano. Por lo tanto, la interiorización y propagación del *ideal analítico*, es decir, la definición de su trabajo como aplicación de la teoría matemática en el caso de los ingenieros militares y de caminos, el énfasis en la geología y la química para los ingenieros de minas, los modelos rivales de la historia natural y las matemáticas como base de la ciencia forestal para los ingenieros de montes o las matemáticas, la física y la química para los industriales, hacían posible a que estos hombres se presentasen como caballeros respetables a la vez que las referencias a la utilidad permitían hacer hincapié sobre su aportación desinteresada e insustituible al progreso de la Nación. Desarrollando este doble discurso, los ingenieros contribuyeron a tensar los límites de la definición coetánea de lo respetable, ampliando – gracias a la combinación de la ciencia con la utilidad – el espacio de la respetabilidad hacia la capacidad en unos tiempos en los que la noción de ciudadano estaba siendo construida alrededor de la figura del propietario.

Parte I – Los ingenieros en España

Capítulo 4: El desempeño profesional

Los ingenieros desarrollaron su actividad profesional en distintos marcos. La sección *Al servicio del Estado* se centra en el trabajo de los ingenieros dentro de la Administración, que constituyó un espacio prominente durante el siglo XIX. La organización en cuerpos impuso ciertos rasgos comunes a las distintas especialidades de la ingeniería, tanto desde el punto de vista organizativo, como en lo que concierne a las pautas de la trayectoria administrativa-profesional de los ingenieros. Por otra parte, los ingenieros de distintas especialidades se enfrentaron a retos diferentes que derivaron de su doble calidad de portadores y creadores de las políticas en nuevos campos de intervención y transformación.

El trabajo a nivel municipal y en el sector privado llegó a representar una posibilidad apetecible para los ingenieros a partir de la segunda mitad del siglo XIX. Mientras para los ingenieros del Estado el sector privado supuso un territorio en el que expandir sus actividades, para los ingenieros industriales representó el escenario por excelencia de su práctica profesional. La introducción de la maquinaria en la industria, la construcción del ferrocarril, y el desarrollo de la minería y de la siderurgia brindaron oportunidades también a numerosos ingenieros extranjeros. La sección *Los ingenieros españoles y extranjeros en el sector privado* examina los distintos aspectos del ejercicio profesional de los ingenieros fuera de la Administración.

Los ingenieros españoles desempeñaron un papel prominente en la producción y circulación de conocimientos técnicos y científicos durante el largo siglo XIX. Para analizar su actividad en este sentido, en la sección *Los ingenieros y la circulación de conocimiento* utilizaré propuestas metodológicas que invitan a examinar las redes de circulación de conocimientos. Me fijaré en qué tipo de redes estaban insertos los ingenieros españoles y cómo cambió su manera de relacionarse con las autoridades, con sus pares y con la sociedad en general a lo largo del período estudiado.

1. *Al servicio del Estado*

A partir de la creación de la Academia de matemáticas en Barcelona en 1716-1720 y hasta mediados del siglo XIX, los ingenieros españoles con instrucción formal no estaban destinados a trabajar como profesionales liberales, compitiendo por los clientes. Fueron formados para servir al rey, para ser instrumentos de intervención y transformación. El vínculo a la vez personal y colectivo de lealtad hacia el soberano fue gradualmente sustituido por la noción del servicio público, y los ingenieros llegaron a percibirse como servidores de la patria y defensores del bien común. El ingeniero al servicio del Estado representó un modelo dominante hasta finales del

siglo XIX, aunque a mediados del ochocientos surgiera la figura alternativa del ingeniero-profesional liberal que iba a adquirir una presencia determinante en el siglo XX.

A finales del siglo XVIII y a principios del siglo XIX se consolidó entre los ingenieros al servicio del Estado la división en dos grupos bien definidos, los militares y los civiles, una organización que sólo hasta cierto punto correspondía a la división del trabajo. Los ingenieros que sirvieron en el Ejército habían sido organizados en un cuerpo a principios del siglo XVIII y los ingenieros civiles siguieron este modelo a finales del mismo siglo, adquiriendo sus cuerpos marcados rasgos militares a partir de los años 1830. La metáfora orgánica del *corpus* (corps, cuerpo) hace referencia a un organismo jerárquico en el que cada miembro cumple una función determinada, pero que a su vez funciona y actúa como una entidad única y homogénea. El organizar a los ingenieros en cuerpos facultativos dentro del ejército o crear cuerpos civiles con una estructura parecida a la militar formaba parte del esfuerzo por parte de los promotores de las políticas reformistas primero del absolutismo ilustrado y luego del liberalismo decimonónico de dotarse de herramientas que permitieran extender la acción transformadora por todo el territorio. Estos esfuerzos se pueden observar en numerosos países en aquella época, aunque su éxito y el grado de consolidación de las nuevas instituciones variaron muy notablemente.¹ Es significativo que este modelo (pseudo)militar se fue acentuando en España durante el siglo XIX, extendiéndose a otros empleados públicos, al resultar eficaz para las políticas intervencionistas del Estado y al ofrecer sus reglas de funcionamiento una imagen de objetividad e impersonalidad, frente a la arbitrariedad asociada con el Antiguo Régimen. Los cuerpos de funcionarios decimonónicos mantenían algunos rasgos típicos de los organismos del Antiguo Régimen, integrándolos, sin embargo, en un contexto radicalmente nuevo.

En España, la estandarización de la función técnica en el período 1830-1890 permite hablar de los cuerpos de ingenieros a nivel general, ya que se caracterizaron por ciertos rasgos compartidos. En primer lugar, los cuerpos se regían por sus respectivos reglamentos (y ordenanzas, en caso de los militares), que determinaron la plantilla de cada cuerpo, establecieron las reglas de ingreso y de promoción, delimitaron las competencias, fijaron los procedimientos de actuación y las normas de disciplina, etc. El análisis de los reglamentos indica que a partir de los años 1860 hubo un esfuerzo por estandarizar las normativas respectivas que regían los cuerpos de ingenieros civiles, aproximando sus reglas de funcionamiento. En mi opinión, fue el reglamento del año 1863 del cuerpo de caminos el que sirvió de modelo principal. Sin embargo, los diferentes cuerpos también conservaron ciertas peculiaridades, e incluso se introdujeron algunas novedades que les diferenciaban, como fue el caso de la oposición para el ingreso definitivo en el cuerpo de minas

¹ Françoise Dreyfus, *L'invention de la bureaucratie...*; Maria Malatesta, *Professionisti e gentiluomini...*; Anousheh Karvar, "Modernisation étatique et formation..."

(1886).

Los cuerpos de ingenieros estuvieron adscritos cada uno a un organismo dentro de la Administración. En concreto, dentro de los ministerios de Fomento (camino, minas, montes, agrónomos), de Guerra (ingenieros del Ejército), y de Marina (ingenieros de la Armada).² Estos organismos, con diferentes nombres y categoría, dirigían las actividades de los cuerpos, pero a la vez estuvieron, igual que las juntas consultivas correspondientes, prácticamente dominados por los ingenieros de alto rango, lo que garantizaba un extenso control de los *facultativos* sobre cada ramo. Los ingenieros estaban distribuidos por el territorio conforme con una división del país en unidades (*distritos o inspecciones*), hecha especialmente para los propósitos de la administración de cada ramo. El ingeniero que desempeñaba el cargo de jefe de distrito tenía bajo su mando a los ingenieros de todas las provincias que conformaban su distrito.

La organización de los ingenieros militares sirvió de modelo para la administración facultativa civil. Los ingenieros militares formaron un cuerpo dentro del ejército, dirigido desde la Dirección general de ingenieros. Ésta fue agregada en 1760 a la Secretaría de Guerra, el núcleo del futuro ministerio del mismo nombre. Entre los años 1774 y 1791 el cuerpo estuvo dividido en tres mandos que correspondían a tres secciones: una de fortificaciones, otra de academias, y la última de caminos, puentes, edificios de arquitectura civil y canales de riego y navegación. En 1791 se volvió al mando único. Las Ordenanzas de 1803 confirmaron la acentuación del carácter militar del cuerpo y de sus atribuciones, frente al surgimiento de una administración civil de las obras públicas. Había asimismo un organismo de carácter consultivo, la Junta superior del cuerpo de ingenieros, creada en 1802 y adscrita a la Dirección general a mediados del siglo.³ Los ingenieros estaban distribuidos por el territorio según las exigencias estratégicas. Según establecían las ordenanzas del 1803, el país estaba dividido en ocho distritos a cargo de un ingeniero director-subinspector que tenía a su mando a todos los ingenieros que servían en el territorio que componía dicho distrito. El número de los ingenieros por distrito era desigual, y derivaba de la importancia militar de cada zona, de la proximidad de la frontera, de la existencia de plazas, puntos de defensa o puertos estratégicos, etc. El ingeniero director-subinspector, que estaba a su vez bajo el mando del capitán general de la provincia, se encargaba de la subinspección de las fortificaciones y otras obras militares. Las Ordenanzas le otorgaban también la responsabilidad de los caminos del distrito, aunque en aquella época ya existía el cuerpo civil de ingenieros de caminos. El cuerpo de los ingenieros del Ejército estaba encabezado por el Ingeniero general, responsable de la inspección en todo el territorio

² La Marina y el cuerpo de ingenieros que de ella dependía no siempre tenía su propio ministerio. Durante años dependió del Ministerio de Comercio y Ultramar.

³ En el marco de las reorganizaciones finiseculares, la Junta se convirtió primero en una sección de la Junta superior consultiva de Guerra, para resurgir algunos años más tarde como Junta técnica de artillería e ingenieros. *Ordenanza que S. M. Manda observar en el Servicio del real Cuerpo de Ingenieros*, vol. 2, Imprenta Real, Madrid, 1803. José Ignacio Muro Morales, "Ingenieros militares: la formación...", 622.

peninsular, una tarea que éste delegaba en dichos subinspectores. Durante el desempeño de sus tareas en las provincias, los ingenieros debían coordinarse con la hacienda militar y con las autoridades civiles locales. Fue durante la Primera República, en 1873, cuando se estableció un deslinde detallado entre la administración militar y las actividades de los ingenieros.

La organización del cuerpo difería de la de sus homólogos civiles en su distribución en varias unidades con su propia jerarquía militar. A mediados del siglo XIX estuvo organizado en un regimiento compuesto por seis compañías: cuatro de zapadores, una de pontoneros y una de minadores. En las siguientes décadas se le fueron añadiendo regimientos hasta llegar a cinco en 1877, con un regimiento montado encargado del uso militar del ferrocarril.⁴ Asimismo existió dentro del cuerpo una Brigada topográfica, fundada en 1847 y dotada de autonomía en 1864, con tareas específicas. En las dos últimas décadas del siglo XIX se estudiaron formas de unir o coordinar el cuerpo de ingenieros con el de artillería, que culminaron con la creación de la Inspección general de artillería e ingenieros para las fortificaciones en 1889, y con la adopción de un reglamento para el servicio mixto de ambos cuerpos unos años más tarde. También hay que subrayar que los primeros expertos del servicio de aerostación se reclutaron entre los ingenieros militares.

En el siglo XVIII las competencias del cuerpo de ingenieros militares abarcaron un vasto campo de actividades, incluyendo la construcción de obras de carácter civil. Mientras, las Ordenanzas del 1803, como ya se ha dicho, limitaron sus atribuciones sobre todo a tareas de carácter militar. La actividad del cuerpo durante el siglo XIX se puede dividir en tres áreas principales: 1) la planificación y dirección de las obras de construcción y mantenimiento del sistema defensivo, 2) la organización de las tropas asignadas a la fortificación de campaña (zapadores y minadores), y 3) las tareas de reconocimiento topográfico y de elaboración de cartas, incluida la creación de un archivo de fortificaciones (llamado Depósito topográfico más adelante).⁵ El último campo de tareas, cuyo propósito declarado consistía en “proporcionar un conocimiento rápido y seguro del país”, denota el afán manifestado por los reformistas ilustrados -y por la administración liberal más adelante- de conocer en detalle el territorio gobernado.⁶ Después de la instauración del régimen liberal, el Reglamento de Obras de 1839 establecía entre sus atribuciones “la facultad de calificar, proponer, proyectar, calcular y dirigir todas las obras de fortificación y cuantas puedan ocurrir en los edificios militares, con la única excepción de las fundiciones y fábricas de armas y municiones”, es decir, dejaba fuera de sus competencias aquellas que correspondían a los artilleros.⁷

⁴ *Ibidem*, 593.

⁵ *Resumen historico del arma de...*, 125-127.

⁶ *Ordenanza que S.M. Manda observar en el Servicio del real Cuerpo de Ingenieros*, vol. 2, Imprenta Real, Madrid, 1803.

⁷ Reglamento citado en José Ignacio Muro Morales, “La organización y la formación de los ingenieros militares en España. Del servicio al Estado a la actividad profesional privada” en Antonio Lafuente, Ana Cardoso de Matos y

La Brigada topográfica, creada en 1847, se encargaba de levantar los planos de todas las plazas y puntos fuertes, de crear mapas de zonas de importancia estratégica y de otros trabajos geodésicos y topográficos. Asimismo, los ingenieros de esta brigada formaron parte de comisiones especiales convocadas para los levantamientos de planos urbanos para los ensanches. Las normativas del Sexenio en adelante denotan una reacción frente a la disminución de la importancia de las fortificaciones tradicionales, y los esfuerzos por el deslinde de competencias y el afán de abrir para los ingenieros militares nuevos campos de acción.

Los ingenieros militares desempeñaron una serie de cargos al servicio del Estado al margen de las competencias del cuerpo. Para esos propósitos se convertían en supernumerarios en el escalafón. Dentro del ministerio de Guerra había ingenieros militares trabajando en el Estado Mayor y en el Depósito de Guerra. Como rezaba el *Memorial de ingenieros*, “del Cuerpo de Ingenieros era del que generalmente elegían sus Cuarteles-Maestros nuestros Generales, hasta la creación del Estado Mayor en 1810, y aún entonces sirvió de base para esta nueva institución, proporcionándole un número de Jefes y Oficiales distinguidos...”.⁸ Además, los ingenieros militares dominaron la Junta directiva de la Carta geográfica, creada en 1853 y adscrita primero al Ministerio de Fomento para pasar a depender del Ministerio de Guerra ese mismo año.

Hubo ingenieros militares que trabajaron al servicio del Estado en ámbitos civiles, pagados por los ministerios correspondientes (sobre todo el de Fomento y el de Hacienda). Formaron parte de comisiones extraordinarias de distinta índole, como también de varias comisiones mixtas con otros ingenieros y profesionales, entre las que destacan el proyecto del Mapa de España y la actividad en la Junta General de Estadística, dirigida durante años por un ingeniero militar (sin que éste tuviera que renunciar a su condición). Trabajaron también en las obras públicas a nivel municipal. Además, desempeñaron cargos de importancia en la dirección de las obras públicas en Ultramar, ya que los ingenieros de caminos no solían mostrar demasiado interés por ocupar aquellas plazas.

Es difícil hablar del organigrama del cuerpo de ingenieros de la Marina (llamados también *de la Armada*) de la misma forma que se emplea aquí para el resto de los cuerpos, sea de carácter militar o civil. El cuerpo de los ingenieros navales tuvo una trayectoria discontinua y caótica, dentro del marco de la penuria y falta de estabilidad institucional generalizada en la Armada española durante el siglo XIX. Por lo tanto, en este resumen se ofrece una narración cronológica más que un análisis estructural. Paradójicamente, frente al arranque titubeante de muchos otros cuerpos de ingenieros, los comienzos del cuerpo de ingenieros navales se podrían clasificar incluso de espectaculares desde su fundación en 1770 hasta principios del siglo XIX. En estos años el cuerpo

Tiago Saraiva (eds.), *Maquinismo ibérico*, 197.

⁸ *Resumen histórico del arma de...*, 91.

se nutría con regularidad de los alumnos de la Academia de Ingenieros de la Marina, fundada en 1772 (en total 169 egresados).⁹ A los ingenieros navales les fueron encargadas las tareas de construcción en los arsenales que antes formaban parte de las atribuciones de los ingenieros del Ejército. También se ocuparon de las obras hidráulicas relativas a su ramo y de la construcción de buques. Después del caos de la Guerra de la Independencia, la restauración absolutista trajo consigo la persecución política combinada con el abandono más flagrante no sólo de la ingeniería naval, sino de la Marina en general. A principios de la Década Ominosa se decidió transformar el cuerpo de ingenieros de la Marina en dos cuerpos de consideración civil: el de constructores y el de ingenieros hidráulicos. Esto supuso en la práctica una pérdida de estatus y de prestigio, pues no sólo los integrantes de estos cuerpos se vieron excluidos del acceso a grados militares, sino que también se mezclaron en la plantilla personas de formación y atribuciones diversas, desde carpinteros a ingenieros civiles, con la tradición de marcado perfil científico de los ingenieros navales ilustrados.

Al instaurarse el régimen liberal, las instituciones del ministerio de Marina fueron incorporadas dentro del ministerio de Comercio y Ultramar. Los puertos y faros pasaron a ser una competencia compartida entre la Marina y el ministerio de Interior, en concreto de la Dirección general de caminos, canales y -a partir de aquel momento- puertos (en 1835). Conforme con este traspaso parcial, aparecen en el escalafón del cuerpo de caminos, aunque en un apartado separado, los miembros “del antiguo cuerpo de ingenieros Hidráulicos destinados a las obras de puertos”.¹⁰ El Real Decreto de 17 de diciembre de 1851 profundizó en el traspaso aunque, como mantiene Pablo Alzola, la plena administración civil tardó años en alcanzarse.¹¹ En cuanto a la ingeniería naval, después de una década de dudas y vacilaciones se restableció el ministerio de Marina en 1847 y un año después se llevó a cabo una amplia reforma que restablecía el cuerpo de ingenieros de la Armada, sin disolver, sin embargo, los cuerpos de hidráulicos (suprimido en 1856) y de constructores (abolido en 1851).¹² A los ingenieros de la Armada, adscritos a una sección de ingenieros dentro del ministerio de Marina, se les asignaron las obras navales, los astilleros y los arsenales, quedando fuera de sus competencias las obras en los puertos, responsabilidad de los ingenieros de caminos. Con el tiempo también ganó importancia la construcción de máquinas, dados los cambios técnicos en la construcción naval. En 1870 se dotó al cuerpo de una Junta de Construcciones de carácter consultivo. De este modo, el organigrama del cuerpo se asemejó progresivamente al de los otros cuerpos de ingenieros.¹³ Sin embargo, en las décadas siguientes los ingenieros navales perdieron la sección y junta propias, y su peso e importancia disminuyó de

⁹ Rafael Crespo Rodríguez, “Historia de la Ingeniería Naval Española”, en *II Centenario de las Enseñanzas de Ingeniería Naval 1772-1972*, ETSI Navales, Madrid, 1975, 34.

¹⁰ Escalafón que acompaña el informe de Agustín de Larramendi de 11 de mayo de 1839, *AHN*, MOP, legajo 1.

¹¹ Pablo Alzola y Minondo, *Historia de la obras...*, 354.

¹² Fernando Bordejé Morencos, *Crónica de la Marina Española...*, vol.1, 231.

¹³ También en cuanto al nombre de las categorías del escalafón.

nuevo, antes y después del Desastre del 98.¹⁴

Entre los cuerpos civiles, el de caminos estaba en una posición privilegiada, al hallarse adscrito a un organismo de gran importancia y con una importante dotación presupuestaria, la Dirección de Obras públicas.¹⁵ Los ingenieros de caminos estaban distribuidos por el territorio según su división en cinco subinspecciones, divididas en distritos compuestos por varias provincias. La Dirección de obras públicas asumía tanto las funciones técnicas como las administrativas; los ingenieros a su servicio podían encargarse del diseño, de la construcción, de la conservación y de la supervisión facultativa de las obras públicas de fomento: “los caminos de todas las clases, los canales de navegación, de riego y de desagüe, los puertos de mar, los faros y el desecamiento de lagunas y terrenos pantanosos en que se interesen uno o más pueblos, la navegación de los ríos y cualesquiera otras construcciones que se ejecuten para satisfacer objetos de necesidad o conveniencia general”.¹⁶ Además, los ingenieros de caminos debían establecer los criterios de redacción de los proyectos y evaluarlos, así como examinar los presupuestos; su visto bueno era imprescindible para que se pudiera realizar cualquier obra de este tipo. Fuera de su dominio quedaban las llamadas *construcciones civiles de fomento*, como los edificios públicos y otro tipo de construcciones urbanas, que eran de incumbencia de los arquitectos, un grupo profesional rival con el que los ingenieros libraron una larga pugna por competencias.¹⁷

Las tareas de la Dirección general de Obras públicas y de su cuerpo de facultativos, el de los ingenieros de caminos, se desarrollaron en tres niveles: central, provincial y municipal, según la organización administrativa del Estado. Las obras públicas de fomento se clasificaron según la procedencia de los fondos utilizados para su realización. En el caso de las obras del Estado, financiadas por el Tesoro público, era la misma Dirección general la que se encargaba de promover las obras, establecer las condiciones de su construcción, gestionarla y supervisarla, además de llevar a cabo la contabilidad general y elaborar el plan de obras para cada año. A nivel provincial, eran el jefe político y la Diputación provincial quienes se encargaban de promover las obras costeadas con fondos provinciales y la Dirección general intervenía en la aprobación final de los proyectos, visados previamente por el ingeniero jefe del distrito. A nivel municipal, eran los ingenieros de provincia, al servicio de la Dirección general, quienes elaboraban los proyectos y los presupuestos

¹⁴ De la precariedad de la posición de los ingenieros de la Marina habla el hecho de que cuando se crearon en 1884 las plazas de peritos navales del ministerio de Marina, encargados de la inspección de la construcción y reparación de los buques de hierro y de las máquinas, fueron los ingenieros industriales quienes recibieron la preferencia absoluta para ocuparlas. Los ingenieros navales sólo consiguieron hacerse con ellas en el siglo XX.

¹⁵ De los avatares del cuerpo de caminos anteriores a su consolidación definitiva en los años 1830 trata en extenso el capítulo *Ingenieros y el cambio político*.

¹⁶ “Instrucción para promover y ejecutar las obras públicas” (Real Decreto del 10 de octubre de 1845) en Marcelo Martínez Alcubilla, *Diccionario de la Administración española*, vol. 7, Madrid, 1887, 691.

¹⁷ Véase la normativa en Marcelo Martínez Alcubilla, *Diccionario de la Administración española*, vol. 7, Madrid, 1887, 689 y 747 – La Dirección de Obras públicas tenía un Negociado especial de construcciones civiles para aquellas que dependían del Ministerio de Fomento. Más adelante se establecieron otros a nivel provincial y municipal.

de las obras impulsadas por los jefes de provincia o por los ayuntamientos y el ingeniero jefe del distrito se encargaba de su aprobación.¹⁸ Las obras públicas podían realizarse por empresa (a través de la concesión), por contrata o directamente por la Administración, estableciendo la legislación el régimen de contrata como el mecanismo preferible. Los ingenieros de caminos al servicio de la Dirección dirigían todas las obras del Estado y las provinciales, fueran llevadas a cabo por contrata, empresa o por la Administración. Solamente en el caso de las obras municipales podían -además de los ingenieros de caminos- los directores de caminos vecinales ocuparse de la dirección de las obras.¹⁹

En cuanto a los ingenieros de minas, éstos vieron degradado su organismo de adscripción de una dirección general (existente desde 1826) a un mero negociado de minería en 1849, y sus competencias mermadas a lo largo del siglo XIX. El negociado se convirtió en una institución de importancia menor frente a la Junta superior facultativa de minería (rebautizada como *Consejo de Minería* a partir de 1900), cuyas atribuciones comprendían la inspección de las jefaturas, así como las funciones consultivas del ministerio de Fomento, sobre todo en materia de expropiaciones y la policía minera.²⁰ Para los propósitos de la administración minera, el territorio español estaba dividido en distritos mineros (ocho hasta 1859, más adelante diecisiete), de tamaño muy grande, lo que dificultaba una acción eficaz por parte de los inspectores de distrito. Eran precisamente los inspectores de distrito los que formaban la Junta superior facultativa de minería mencionada arriba. Las inspecciones de distrito estaban situadas en Río Tinto, Almadén, Linares, Falset y Marbella, que eran los principales establecimientos mineros del Estado antes de ser privatizados (de formas y en grados distintos). A un nivel inferior, había jefaturas mineras repartidas por todo el territorio, una en cada provincia hasta 1888, para luego quedar reducido su número a 29 jefaturas.²¹ La reducción de las competencias de los ingenieros de minas a partir de mediados del siglo XIX supuso que sus tareas quedaran limitadas a lo técnico, al verse desprovistos de atribuciones directivas (con la desamortización minera), judiciales (la pérdida de jurisdicción sobre los litigios mineros y la abolición del Tribunal Supremo de Minería, debido al traspaso de las competencias a los tribunales ordinarios o administrativos) y también de algunas competencias administrativas (incluido el cobro de los impuestos mineros).²² Por lo tanto, el trabajo del personal asignado a cada jefatura consistía en preparar el material para la concesión de propiedades mineras, en instruir y tramitar los

¹⁸ En caso de que no hubiera tal ingeniero, el proyecto, si no excedía 20.000 reales, lo podía elaborar otro facultativo, pero tenía que aprobarlo el ingeniero jefe de distrito.

¹⁹ “Instrucción para promover y ejecutar las obras públicas” (Real Decreto del 10 de octubre de 1845) en Marcelo Martínez Alcubilla, *Diccionario de la Administración...*, vol.7, 691-694.

²⁰ El reglamento citado en Mansilla Plaza y Rafael Sumozas García-Pardo, “La ingeniería de minas: de Almadén...”, 94.

²¹ *Ibidem*, 92.

²² Lucas de Aldana, *Las minas y la industria en sus relaciones con la administración*, Madrid, 1873, 28-29. Citado en Gérard Chastagneret, *L’Espagne, puissance minière...*, 242.

expedientes, como también en la demarcación minera y en las tareas de inspección. Asimismo se encargaban de acumular datos para la elaboración de la Estadística minera y de la Carta Geológica del Reino. Seguía habiendo ingenieros desempeñando el cargo de director en las minas del Estado, aunque hay que tener en cuenta que el número de establecimientos operados por el Estado se fue reduciendo por la apertura del sector a la explotación privada. Además, los nombramientos no se producían por orden de escalafón, sino de forma arbitraria desde el ministerio de Fomento.

Frente a la escasez de competencias y de herramientas administrativas a disposición de su cuerpo, los ingenieros de minas utilizaron la prensa profesional y general para llamar la atención sobre los perjuicios que esto podría conllevar en cuestiones de la policía minera. Cuando el corrimiento de tierras en la vizcaína mina de Mora, a mediados de los 1890, generó una campaña en la prensa que reprochaba a los ingenieros de minas y “de obras públicas” la falta de acción. Los ingenieros levantaron el guante argumentando que el problema no consistía en su supuesta apatía, sino en el vacío legal que les impedía actuar para prevenir los accidentes.

“mientras el Ministerio de Fomento no organice convenientemente el servicio de la inspección minera, los ingenieros no tendrán más remedio que deplorar vivísimamente la carencia de facultades administrativas para intervenir en estos conflictos depurando la verdad y proponiendo a la autoridad competente las medidas que exijan las condiciones particulares de cada caso”.²³

La actividad propagandística culminó con la adopción en 1897 del Reglamento de policía minera. Éste fijaba los procedimientos adecuados para la puesta en marcha y el funcionamiento adecuado de las explotaciones mineras, incluidas las normas de seguridad relativas al uso de explosivos y la actuación en caso de accidentes. También fijaba la obligación para los directores de minas de poseer un título oficial (que debía ser de ingeniero para las explotaciones con más de 30 obreros) y otorgaba a las jefaturas de minas la capacidad de otorgar un certificado de capacidad para obreros que fuesen a dirigir las explotaciones pequeñas (menos de 15 obreros). Para que lo expuesto no se quedase en letra muerta, el reglamento preveía inspecciones y contaba con un régimen de sanciones.²⁴

El cuerpo de montes tuvo un desarrollo administrativo muy accidentado. Los gobernantes mostraron su preocupación por el deterioro de los montes ya en las Ordenanzas generales de montes en el año 1833, caracterizadas por Casals como una ley de impronta liberal inspirada por el *Code forestier* francés del año 1827.²⁵ Sin embargo, tuvieron que pasar décadas antes de que se consolidara el cuerpo y su marco institucional. La Dirección general de montes, prevista en las

²³ “Conflicto en Vizcaya”, *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería*, 1618 (1897), 27.

²⁴ Reglamento de policía minera del 15 de julio 1897. *Colección legislativa de minas, conteniendo todas las disposiciones vigentes que rigen en esta materia y un repertorio completo de las leyes y ordenanzas antiguas que han regido en los dominios españoles*, vol. 4.

²⁵ Vicente Casals Costa, *Los ingenieros de montes en la España...*, 33.

Ordenanzas, no fue creada hasta casi cien años después, en 1928.²⁶ Los planes de los progresistas de crear a mediados de los años 1830 la carrera de ingenieros de Bosques y su respectiva inspección también quedaron en el papel mojado. En 1845 se crearon comisarías de montes, sin disponer de personal cualificado (fueron suprimidas en 1859). Fue solo a partir del 27 de noviembre de 1852 cuando se empezaron a formar comisiones de ingenieros, nutridas de los egresados de la recién creada Escuela de montes, encargadas del reconocimiento forestal, de catalogar los montes españoles y de examinar las posibilidades de su aprovechamiento.

Los montes y más adelante el respectivo cuerpo de ingenieros, creado por fin entre 1853-1859, dependieron de la Dirección general de Agricultura (Industria y Comercio) del ministerio de Fomento. El despliegue territorial de los ingenieros de montes recibió un importante impulso con la Ley de Desamortización del 1 de mayo 1855 (ley Madoz) que sentó las bases de la administración de los montes. Al exceptuar de la venta los montes y los bosques según el criterio del Gobierno, creó la necesidad de determinar su extensión y sus características y también de gestionar aquellos en propiedad del Estado o de los ayuntamientos. En los siguientes años se estableció una división territorial en varias inspecciones generales (quince en 1881), formadas por distritos forestales cuya cantidad y tamaño variaron a lo largo del siglo (estando un distrito compuesto por una o más provincias). La Junta facultativa del cuerpo de ingenieros de montes (sustituida temporalmente por un Consejo forestal a partir de 1901), un organismo a la vez consultivo y de autogobierno, parece convertirse en el organismo coordinador de la actividad del cuerpo, acaparando el protagonismo en detrimento del negociado de montes, de forma semejante al cuerpo de minas.²⁷

En los distritos forestales, el trabajo de los ingenieros consistía el reconocimiento del territorio, en verificar el deslinde de los montes públicos, en formar proyectos de su ordenación y regular su aprovechamiento, en custodiar y conservarlos.²⁸ La difícil compatibilización entre la misión de conservar los bosques y la tarea de aprovechar la madera, constituía una fuente de tensión y de polémicas internas a lo largo de la época estudiada. Los ingenieros de montes se encargaron asimismo de intervenir en los expedientes de enajenación o excepción de los montes públicos y de regular la ocupación de terrenos y el establecimiento de servidumbres en ellos. Este tipo de tareas les enfrentaba con los pueblos y con los propietarios individuales, deseosos de expandir la tierra arable, como también de utilizar el monte para el pastoreo. En estos conflictos, que afloraron ante todo en los momentos de grandes debates sobre la descentralización, los ingenieros de montes

²⁶ La Dirección de Montes creada en 1835 fue suprimida en 1842, pero existen serias dudas de si llegó a funcionar en algún momento.

²⁷ Para el tema de la organización del cuerpo y de la administración de montes, véanse Josefina Gómez Mendoza, *Ciencia y política de los montes...*; Vicente Casals Costa, *Los ingenieros de montes en la España...*; Vicente Casals Costa, "Saber es hacer: Origen ...", 395-447.

²⁸ Vicente Casals Costa, "Saber es hacer: Origen...", 395-447. Los montes del Estado representaron una minoría, la mayoría era de los pueblos, o de las corporaciones.

siempre insistieron en su derecho y su obligación de ejercer el control facultativo no sólo sobre los bosques propiedad del Estado, sino también sobre aquellos que pertenecían a los municipios. La formación de una estadística forestal constituía otra de las tareas de los ingenieros en cada distrito.

Las cuestiones relacionadas con la desamortización constituían el grueso de las ocupaciones de los ingenieros de montes hasta la década de 1890. Sin embargo, en el último tercio del siglo XIX empezaron a intensificarse las tareas de carácter más técnico, que iban a constituir el núcleo de su trabajo en la primera mitad del siglo XX. A partir del año 1877 se comienza a considerar la repoblación forestal, primero vinculada principalmente con el control de las inundaciones, creándose las comisiones de ingenieros para la repoblación de las cuencas de los ríos en 1888. Éstas constituirían la base del futuro Servicio Hidrológico-forestal, una sección especializada del cuerpo de montes creada en 1901, que dividía el territorio en diez divisiones hidrológico-forestales encabezadas por un ingeniero-jefe.²⁹ La acción del servicio, orientada no sólo hacia la prevención a largo plazo de las inundaciones, sino también hacia la regulación del régimen hidrológico en general, enfrentaba el cuerpo de montes con el de caminos.

El cambio hacia el énfasis en las cuestiones técnicas se plasmó en la creación en 1890 del Servicio de Ordenaciones de los montes públicos, enfocado hacia una labor de gestión forestal propiamente dicha, en concreto el aprovechamiento del monte público. Este organismo estaba compuesto por diecisiete ingenieros que llegaron a constituir un grupo de elite, ya que a pesar de desempeñar su labor en los distritos respondían directamente ante la Junta. La normativa inicial que regía su funcionamiento estaba basada en los principios liberales de la economía forestal, al dominar la convicción de que la propiedad privada era capaz en principio de gestionar incluso el monte maderable. Por lo tanto se otorgaba un amplio lugar para las concesiones de la ordenación de los montes a particulares, sociedades y compañías. A pesar de ser impulsada esta tendencia desde dentro del cuerpo, no es de sorprender que una parte de los ingenieros de montes, tradicionalmente preocupados por la falta de voluntad de los particulares de conservar, además de aprovechar, pronto empezaran a reivindicar medidas de protección forestal. Conforme con las nuevas tareas mencionadas en las líneas anteriores, el servicio de montes fue reorganizado en 1901 en tres negociados: de Personal y servicio ordinario, de la defensa de la propiedad forestal y de Ordenaciones y repoblaciones, confirmándose así las líneas principales de acción para la primera

²⁹ Un hito legislativo en la repoblación es la Ley de conservación de montes y repoblación forestal (R. D. de 7 de marzo de 1908).

mitad del siglo XX.³⁰

Los ingenieros agrónomos tuvieron una larga experiencia en el servicio público antes de conseguir una organización corporativa. A partir de la apertura de la Escuela central de agricultura a mediados de los 1850, los egresados se integraron en la función pública casi en su totalidad, sobre todo como catedráticos de agricultura en los institutos provinciales. La idea de que los ingenieros agrónomos se convirtieran en gestores de las grandes propiedades agrarias no pudo llevarse a la práctica debido a la falta de voluntad por parte de los propietarios que preferían a gestores más sumisos y mejor integrados en el mundo rural, que no cuestionaran la autoridad del propietario desde las posiciones de la ciencia. Asimismo los ingenieros agrónomos encontraron mucha dificultad para abrirse camino en la administración pública de la agricultura, ya que las instituciones existentes (las juntas de agricultura y el Consejo superior de agricultura, industria y comercio) eran organismos de carácter consultivo, cuyos cargos eran gratuitos y estaban ocupados por élites propietarias provinciales. Además, los cuerpos de ingenieros existentes, sobre todo los de caminos y de montes, se resistían a ceder terreno a los agrónomos. En general, los institutos se convirtieron en la mejor vía para los ingenieros de demostrar su utilidad a las comunidades provinciales y al Estado, ejerciendo los agrónomos desde allí una labor de propagación de la innovación técnica (ensayos con la maquinaria, experimentos con nuevos productos y técnicas agrícolas, etc.).³¹

Durante el Sexenio se abrieron nuevos espacios para los ingenieros agrónomos en la Administración pública. Al crearse una Junta superior de Agricultura, industria y comercio en lugar del mencionado Consejo superior, se reservó un puesto entre los vocales natos a un ingeniero agrónomo. Además, la reorganización de las juntas provinciales supuso la creación de un puesto remunerado de secretario, reservado a partir de 1872 a los agrónomos (quienes a partir de 1887 quedaron subordinados directamente a la Dirección general de agricultura). Aprovechando las posibilidades que les ofrecían estos nuevos espacios de acción, los ingenieros agrónomos consiguieron organizarse en un cuerpo facultativo en 1879, al constituirse el Servicio agronómico, un organismo integrado en la Dirección general de Instrucción pública, Agricultura, Industria y Comercio (de Agricultura, Industria y Comercio a partir de 1881) del Ministerio de Fomento. No obstante, incluso entonces -a diferencia de otros cuerpos de ingenieros- los agrónomos y su Servicio tuvieron que competir por su influencia y por recursos con una administración de agricultura de

³⁰ Real Decreto de 16 de febrero de 1901, citado en Josefina Gómez Mendoza, *Ciencia y política de los montes...*, 210. Los ingenieros de montes trabajaron también fuera del Ministerio de Fomento - En 1896 se creó la Inspección facultativa de montes formada por ingenieros de dicha especialidad, adscrita a la Dirección general de propiedades y derechos del Estado del Ministerio de Hacienda, cuyo objetivo era gestionar los montes declarados como enajenables hasta su venta. El conflicto de competencias generado por esta dualidad se resolvió en 1921, cuando esta inspección pasó a la competencia del Fomento.

³¹ Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología...*, 75-110.

carácter consultivo, sobre todo con el Consejo superior de agricultura, representante de los intereses de los grandes terratenientes.³²

Para los propósitos del Servicio agronómico, el territorio quedó dividido en secciones (una por provincia). A partir de 1892, las secciones fueron agrupadas en doce distritos. A la luz de lo visto anteriormente podemos constatar que la organización territorial para los propósitos de los cuerpos de ingenieros se fue estandarizando a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX. Igual que en caso de otros cuerpos, el reglamento establecía también la existencia de una junta consultiva, la Junta consultiva inspectora (Junta consultiva agronómica a partir de 1882), formada por los ingenieros de mayor rango, que aglutinaba funciones consultivas y de autogobierno corporativo. Las tareas de los ingenieros distribuidos por el territorio incluían el recoger todo tipo de información sobre el estado de la agricultura en su sección (incluida la elaboración de la estadística agrícola y pecuaria y de mapas relevantes), la administración de explotaciones rurales no forestales que pertenecían al Estado y la dirección de campañas contra las plagas. Además, los ingenieros agrónomos podían ejercer de directores de las granjas experimentales y las de estaciones agronómicas – unos establecimientos que desempeñaron un papel clave en la introducción de todo tipo de innovaciones en la agricultura española. Los ingenieros también estaban autorizados a prestar servicios a los particulares, incluida la tasación de tierras y cosechas. Para estos casos, el reglamento del cuerpo fijaba los honorarios a recibir. Igual que en el caso del cuerpo de montes, desde los años 1890 (en concreto, a partir 1893) había ingenieros agrónomos adscritos al ministerio de Hacienda, que desempeñaron allí el cargo de inspectores de catastro (se trataba de 50 ingenieros). Según Jordi Cartaña, estos puestos no resultaban demasiado apetecibles para los agrónomos y estaban solicitados sobre todo por los ingenieros aspirantes, que así entraban en la función pública para pasarse al Servicio agronómico en cuanto tuvieran la oportunidad.³³ Por último hay que subrayar que con la consolidación de la Administración de agricultura disminuyó radicalmente la demanda por parte de los ingenieros agrónomos de puestos de catedrático de instituto, que constituyeron la ocupación principal de los ingenieros antes de la creación del Servicio agronómico.

Entre los años 1899-1907 se sucedieron, según apunta Pan-Montojo, una serie de reformas y contrarreformas de la administración de agricultura, marcadas por la tensión entre la voluntad de ahorro, por una parte, y de profundizar en la acción interventora del Estado, por otra. Asimismo compitieron dos modelos de administración de agricultura, uno tecnocrático, defendido por la mayoría de los ingenieros agrónomos, y otro que sometía la función técnica a los intereses del “elemento social“, que no eran otros que los propietarios y las grandes organizaciones agrícolas.

³² De la que, sin embargo, a la vez formaban parte los ingenieros agrónomos, Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología...*, 149.

³³ Jordi Cartaña i Pinén, “Ingeniería agronómica y modernización...”, 493.

Aunque el conflicto entre las dos opciones se prolongó durante décadas, el poder y el campo de acción de los ingenieros agrónomos siguieron aumentando.

Durante la época analizada hubo asimismo varios cuerpos de ingenieros de tamaño reducido, de existencia breve o de características peculiares que merecen una mención breve en un apartado separado. El cuerpo de ingenieros cosmógrafos del Estado y del Real Observatorio (1796-1804) ha sido mencionado en el capítulo *Ingenieros y el cambio político*.³⁴ La atribución principal de este cuerpo de existencia breve consistía en el estudio de la Astronomía y en el desarrollo de todo tipo de aplicaciones prácticas, desde la navegación, la cartografía y la geografía hasta la agricultura.

Asimismo hace falta mencionar el cuerpo de telégrafos. Este cuerpo, de gran importancia para el desarrollo de las comunicaciones en España, nos concierne sólo marginalmente, debido al hecho de que finalmente no se consolidó como un cuerpo de ingenieros. En cualquier caso, los ingenieros, militares y civiles, desempeñaron un papel decisivo en la introducción y desarrollo de la telegrafía en España. El cuerpo de telégrafos se formó en 1856, dependiente de la Dirección general de telégrafos, creada en el mismo año como un organismo dentro del Ministerio de la Gobernación. Los ingenieros militares y civiles de todas las especialidades quedaron exentos de examen si decidían entrar en él. Sin embargo, fue en 1864 cuando se promulgó la normativa que preveía la definición del cuerpo facultativo de telégrafos como un cuerpo de ingenieros, contando asimismo con su propia escuela especial.³⁵ Esta reforma finalmente quedó en papel mojado, y tan sólo dos años más tarde desapareció finalmente la denominación de ingenieros de las categorías de su escalafón.³⁶ El desarrollo del cuerpo después de esta fecha, aunque de sumo interés, no es, por lo tanto, relevante para los propósitos de este trabajo.

En 1896 fue creado el cuerpo de ingenieros mecánicos de las divisiones de ferrocarriles, anexas al Ministerio de Fomento. Se trataba de un cuerpo pequeño (empezó con una plantilla de diecisiete facultativos), en el que existían sólo las categorías correspondientes a los ingenieros primeros y segundos. Se regía por reglas parecidas a los otros cuerpos y se nutría de los graduados de las escuelas de ingenieros industriales, que entraban por concurso.

Después de un intento fallido en 1835, en 1900 fue creado el cuerpo de ingenieros geógrafos. Estaba adscrito al Instituto geográfico y estadístico, creado en 1870 y destacado por su producción cartográfica y por su implicación en la elaboración del catastro. El cuerpo se formó a partir del personal y de las atribuciones de los geodestas, topógrafos y astrónomos y se accedía a él

³⁴ Antonio T. Reguera Rodríguez, *Geografía de Estado...*, 134-138.

³⁵ Real Decreto del 14 de febrero 1864 citado y analizado en Sebastián Olivé Roig y Jesús Sánchez Miñana, “De las torres ópticas al teléfono: el desarrollo de las telecomunicaciones y el Cuerpo de Telégrafos”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en...*, vol.5, 551-608.

³⁶ Como apuntan Silva y Lusa, algunos ingenieros industriales sí se integraron en este cuerpo, como subdirectores de servicios de segunda clase. Véase Manuel Silva y Guillermo Lusa, “Cuerpos facultativos del Estado versus...”, 379.

por turnos desde los cuerpos civiles y militares o por vía administrativa desde otros puestos en la Administración. Los ingenieros industriales reivindicaron también el derecho de ingreso en este nuevo cuerpo en igualdad de condiciones con los ingenieros de otras especialidades, lo que consiguieron en 1912.³⁷

Los ingenieros industriales se consolidaron en España a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX como una profesión liberal y como tal serán tratados más adelante. Sin embargo, en este punto hay que mencionar el cuerpo de ingenieros industriales cuya creación fue aprobada al final de la época analizada en este trabajo, en concreto en el año 1911. Se trataba de un fruto de una larga lucha que libraron los ingenieros industriales, sobre todo los agrupados en la asociación madrileña, para abrirse un hueco en la Administración del Estado. Este tema ha sido estudiado por Guillermo Lusa, Manuel Silva y Francisco Villacorta Baños y en su trabajo se basa la síntesis ofrecida en las líneas siguientes.³⁸ A lo largo de la segunda mitad del siglo XIX, sobre todo en las dos últimas décadas, lograron que les fuese garantizado el acceso preferente a ciertos puestos facultativos en los ministerios de Hacienda y del Fomento, por ejemplo en la Sección de impuestos y aduanas, en la Inspección de pesas y medidas y en la planta provincial de la Inspección de Hacienda, como también en el cuerpo de ingenieros mecánicos de las divisiones de ferrocarriles. Asimismo consiguieron acceso preferente a las plazas de peritos mecánicos en el Ministerio de Marina. A principios del siglo XX, frente a la saturación del mercado laboral relacionada, a su vez, con el aumento de egresados de las escuelas especiales de ingeniería, los ingenieros industriales desplegaron todas las armas a su disposición para conseguir la creación y luego la puesta en marcha de un cuerpo de ingenieros del Estado, utilizando la prensa profesional, organizando una asamblea nacional con políticos de peso como invitados, realizando una huelga de alumnos de las escuelas de ingenieros industriales, apoyada discretamente por el profesorado, etc.³⁹ El cuerpo de ingenieros industriales, creado formalmente en 1911, fue adscrito al negociado de industria de la recién creada Dirección general de Comercio, Industria y Trabajo. Entre sus atribuciones figuraron la inspección técnica de las industrias mecánicas, químicas y eléctricas, la inspección de motores generadores y líneas de transporte de energía, la inspección del servicio de material y tracción de ferrocarriles, así como los talleres de construcción y reparación de los mismos, que estaban bajo la jurisdicción del cuerpo de los ingenieros mecánicos.⁴⁰ Fueron exentos de su área de competencia aquellos campos que por su especialidad ya incumbían a otros cuerpos de ingenieros. La reforma tuvo que hacer frente a la oposición feroz y organizada de los cuerpos de ingenieros consolidados, que llegaron a

³⁷ Antonio T. Reguera Rodríguez, *Geografía de Estado...*, 353; Vicente Casals, “Saber es hacer: Origen...”, 442.

³⁸ Manuel Silva y Guillermo Lusa, “Cuerpos facultativos del Estado versus...”, 357-359.

³⁹ Más activos en este sentido se mostraron los miembros de la asociación madrileña, mientras los barceloneses seguían afectos en su mayoría el ideal de la profesión liberal. Véase Guillermo Lusa, “¡Todos a Madrid! La Escuela General Preparatoria...”

⁴⁰ Francisco Villacorta Baños, *Profesionales y Burócratas...*, 121-125.

utilizar argumentos tan escandalosos por su procedencia, como la denuncia de mentalidad malsana de los ingenieros industriales madrileños que les hacía mirar “al Estado providencia” para que resolviera sus problemas de empleo. La eficaz presión de los ingenieros del Estado junto con la falta de voluntad política contribuyó a que, aunque se abriera un espacio importante para los ingenieros industriales en el negociado de industria, tardara casi veinte años más en hacerse realidad el cuerpo de ingenieros industriales en toda regla (1928-1931).⁴¹

Los cuerpos de ingenieros compartían ciertas características. La plantilla de cada cuerpo estaba fijada por ley. La promoción dentro de la estructura jerárquica constituía uno de los rasgos principales de la organización de los cuerpos en el escalafón. Cada promoción salida de la escuela era ordenada según la evaluación académica obtenida por cada alumno y, en dicho orden, los egresados esperaban *en expectativa de destino* a que hubiera vacantes para integrarse en el cuerpo como miembros plenos.⁴² A partir del momento de ingreso en el cuerpo, la promoción dentro del escalafón dependía de las vacantes y se regía por estricta antigüedad. Los elementos de selección arbitraria, (que podían o no basarse en criterios meritocráticos) presentes todavía a mediados del siglo XIX, fueron eliminados en pos de prevenir cualquier tipo de favoritismo o intervención política, aunque en ciertas épocas los políticos lograron imponer su criterio en la selección de los cargos más altos, para el desagrado de los ingenieros.⁴³ El principio de antigüedad fue en ocasiones objeto de críticas externas, por ejemplo por los ingenieros industriales, como una fórmula que no estimulaba la iniciativa y dejaba el esfuerzo sin el premio merecido.⁴⁴ No obstante, los ingenieros del Estado lo percibían como una garantía necesaria frente a las prácticas nepotistas y clientelares

⁴¹ *Ibidem*.

⁴² Hasta el último tercio del siglo XIX, el ingreso en los cuerpos fue casi automático, al haber suficientes vacantes. Hasta los años 1860, las plazas no estaban cubiertas y los cuerpos sufrían de falta de personal, sobre todo en los niveles más bajos del escalafón. Después de un breve cierre de los cuerpos en 1866, la disponibilidad de plazas volvió a aumentar, debido al aumento de las plantillas durante los años de la Restauración, y también porque creció de forma significativa el número de ingenieros que abandonaron el servicio activo con licencia ilimitada para trabajar en el sector privado y en las empresas municipales. Sin embargo, la pirámide jerárquica de los cuerpos alcanzó mayor grado de correspondencia con las plantillas previstas, al ir disminuyendo el desequilibrio en cuanto al peso numérico de los altos cargos, característico para el segundo tercio del siglo XIX. La situación en cuanto a la saturación de las plantillas cambió de nuevo a principios del siglo XX, cuando se fueron agotando las posibilidades de trabajo a nivel municipal y en el sector privado, a la vez que aumentó sustancialmente el número de egresados de las escuelas especiales (para los ingenieros de montes la situación era más difícil, ya que tenían menos posibilidades de trabajar en el sector privado). Esta saturación planteó la cuestión del equilibrio entre el derecho de los supernumerarios a reintegrarse y las posibilidades de los nuevos aspirantes para entrar en los cuerpos. El asunto se resolvió estableciéndose dos turnos de ingreso, después de verse los aspirantes de minas obligados incluso a reivindicar el derecho a ocupar vacantes en la categoría más alta del cuerpo auxiliar, un paso que podría poner en peligro los logros de los ingenieros en cuanto a la aspiración de formar parte de las élites dentro de la Administración y dentro de la sociedad. Véanse Francisco Villacorta Baños, *Profesionales y Burócratas...*, 46-49.

⁴³ “Reglamento orgánico del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, canales y puertos de 1836”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1864), 2-11. Sin embargo, estos casos se dieron. Asimismo según algunos reglamentos, como el del cuerpo de minas de 1859, el gobierno tenía derecho a elegir los cargos más altos del cuerpo.

⁴⁴ Los ingenieros industriales reivindicaron otros métodos impersonales de selección para las plazas públicas, preocupados ellos también por la posible intervención política. Para una opinión en contra del principio de la antigüedad (que posterga “el valer personal” en pro del “número en el escalafón”), el artículo “La industria catalana y los ingenieros industriales”, *Revista Tecnológico-Industrial*, citado en Manuel Silva y Guillermo Lusa, “Cuerpos facultativos del Estado versus...”, ³⁷⁷.

extendidas en la Administración, que interpretaban como irracionales, ilegítimas y perjudiciales para el bien común. Promovían esta manera de ver las cosas en su discurso público, situándose fuera de dichas dinámicas perniciosas y postulando el modo de promoción impersonal como el que ofrecía mayores garantías de profesionalidad y honradez, y el más adecuado al interés público.⁴⁵

Durante su carrera administrativa, el ingeniero podía encontrarse en varias situaciones administrativas. En los primeros dos tercios del siglo XIX la situación era confusa y los criterios para figurar como numerario, supernumerario o de baja variaron. A partir de los años 1860 se pueden identificar situaciones administrativas claramente definidas:

- *servicio activo* – los ingenieros que desempeñaban el servicio en la Dirección o negociado correspondiente y los ingenieros que estaban asignados a otros servicios de la administración del Estado. En el segundo caso, estos ingenieros recibían su sueldo a cargo de la institución en la que servían.
- *en expectativa de destino* – “los que al terminar los cargos que desempeñen en servicios ajenos á la dependencia del Ministerio de Fomento, o por otras causas esperen colocación; los que por causa de enfermedad o accidente que los inutilice temporalmente no puedan desempeñar servicio activo durante un año”.⁴⁶
- *disfrutan licencia ilimitada* – “los ingenieros que se retiran temporalmente del servicio del Estado para pasar al de corporaciones, empresas ó particulares en España ó en el extranjero; los que habiendo sido declarados en expectación de destino por enfermedad, cumplan un año en esta situación”. Los ingenieros con licencia ilimitada eran declarados supernumerarios en el cuerpo y no recibían sueldo del Estado. En el caso de los ingenieros de caminos y de montes, durante los cinco primeros años disfrutaban de todos los derechos como empleados públicos e ingenieros, luego sólo conservaban el derecho de poder ingresar al cuerpo para ocupar el mismo lugar y número que hubiesen adquirido, concluidos estos cinco años. En los casos de los ingenieros de minas y agrónomos, no había ningún límite. La licencia ilimitada, si no era por enfermedad, podía declararse –por parte del Estado– concluida en cualquier momento y el ingeniero podía ser llamado al servicio. Dentro de esta situación administrativa de licencia ilimitada hay que incluir a los ingenieros que servían en el Ultramar, al ser remunerados a cargo de los presupuestos de las colonias.⁴⁷

⁴⁵ Este aspecto constituyó el motivo de orgullo de los ingenieros del Estado a lo largo del siglo XIX. Del “capricho” de los políticos habla para ilustrar la dependencia de los demás funcionarios de los cambios de gobierno o de la voluntad de los políticos el artículo: “Noticias varias”, *Revista de Obras Públicas*, 23 (1868), 278-279.

⁴⁶ “Reglamento orgánico del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, 22 (1863), 257-271. Algunos años, los ingenieros en expectativa de destino figuraron en el escalafón publicado por la ROP como numerarios, mientras en general figuraron como supernumerarios. En el año 1872, en unas categorías los que estaban en expectativa de destino figuraron como supernumerarios, mientras en otras categorías los ingenieros en la misma situación figuraron como numerarios. *Revista de Obras Públicas*, 1872 (el escalafón viene al final del tomo).

⁴⁷ Los ingenieros que servían en Ultramar figuraban en general como supernumerarios. Sin embargo, en 1867 figuran

- *suspensión de funciones* - se trataba de una corrección disciplinaria del orden administrativo – el ingeniero no podía desempeñar servicio y quedaba sin sueldo.

En el cuerpo de montes existía asimismo la situación de *excedencia* que concernía sobre todo a los ingenieros que abandonaron la actividad facultativa para ocupar cargos políticos. Los ingenieros dejaban de pertenecer a los cuerpos por renuncia, por jubilación o por expulsión. En estos casos, el ingeniero era dado de baja y no figuraba en el escalafón. En cuanto a la baja por jubilación, que primero no era obligatoria, para luego convertirse en forzosa y establecerse en la edad de 67 años, ésta podía adelantarse en caso de problemas de salud.

En cuanto a la promoción, se puede observar una evolución conforme con la institucionalización de la administración técnica. En la primera mitad del siglo XIX, las prácticas administrativas estaban verbalizadas en una lógica discrecional, formulada en términos como *favor* o *gracia*, aunque detrás de esta retórica de arbitrariedad subyacía un entramado de obligaciones mutuas, de expectativas silenciosas, de *entente* entre caballeros.⁴⁸ Los altos cargos de los cuerpos, al igual que sus superiores políticos, mostraban frecuentemente su preocupación por si los nombramientos de los miembros de los cuerpos y los ascensos eran justos y respetuosos con las demandas de otros ingenieros.⁴⁹ Las autoridades hacían un esfuerzo por evitar *ofender el honor* de los ingenieros más antiguos que se quedasen atrás, mientras otros fueran ascendidos. Si bien es cierto que el mérito era valorado, se consideraba más importante mantener el principio de antigüedad como base de aspiraciones *legítimas* a la promoción. Además, teniendo en cuenta los vaivenes políticos de los primeros cuarenta años del siglo, que interrumpieron varias veces la continuidad institucional y personal de los cuerpos militares y civiles, resulta significativo el hecho de que -pasados unos años- los mismos nombres volvieran a aparecer en la plantilla del mismo o de otro cuerpo.⁵⁰ Si bien se podría objetar que esto no significaba sino que la Administración no podía prescindir de los servicios de estas personas con conocimientos especializados, parece que las autoridades tendían a sentir responsabilidad por “colocar” a los que una vez entraron en el aparato administrativo.⁵¹

Estos fenómenos se entienden como la redefinición de los valores del Antiguo Régimen: en

en el escalafón del cuerpo de caminos como numerarios. El año siguiente figuran como supernumerarios. “Escalafón del Cuerpo Nacional de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, 2 (1867), 18-20; “Escalafón del Cuerpo Nacional de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, 7 (1868), 79-81. En el año 1867, había 8 ingenieros sirviendo en Cuba, 3 en Puerto Rico y 5 en Filipinas. Para los ingenieros de montes, trabajar para organismos públicos que no fueran el cuerpo significaba entrar en la categoría de supernumerarios.

⁴⁸ Las cartas de los expedientes de los ingenieros e la época entre 1799-1840, *AMOPU*, por ejemplo el legajo 6625.

⁴⁹ Los informes de Agustín Larramendi al respecto están analizados en Fernando Sáenz Ridruejo, *Los ingenieros de caminos del siglo XIX*, 25-52.

⁵⁰ Incluso estando suspendidos por impurificación, algunos ingenieros recibían una parte del sueldo durante los últimos años del reino fernandino.

⁵¹ Subercase dejó un cargo importante, lo que hubiera supuesto una bajada de su sueldo. Entonces se creó especialmente para él una categoría en el escalafón, con el sueldo disfrutado anteriormente. Es decir, se creó un nuevo puesto solo para mantener el sueldo de un empleado destacado. *AMOPU*, legajo 6856 (expediente de Juan Subercase y Krets).

el pasado, entre el Soberano y su servidor se establecía una relación personal basada en la lealtad mutua. Mientras uno ofrecía sus servicios, el otro le garantizaba el sustento y la protección. Este sistema se transformó radicalmente con el surgimiento de la monarquía administrativa, cuando la relación personal entre el Soberano y su servidor se empezó a volver más abstracta, hasta transformarse -con la configuración del Estado-Nación- en una relación impersonal entre el Estado y su empleado. No obstante, el Estado asumía cierta responsabilidad hacia sus empleados y en su relación con ellos no se regía por los principios puramente pragmáticos de la utilidad, eficacia y economía. Pronto, los empleados del Estado llegaron a entender y reivindicar esta protección como su derecho, vinculándolo con los nuevos valores como la imparcialidad del proceder y la defensa del bien común basada en criterios técnicos.

Con la consolidación de los cuerpos de minas y de caminos y con la regulación de las promociones por sus respectivos reglamentos, la antigüedad quedó firmemente establecida como principio que regía las promociones. Por otra parte, aparecieron nuevas justificaciones:

“los ascensos en el Cuerpo son por rigurosa antigüedad; y los servicios extraordinarios se premian por el Gobierno por los varios medios de que dispone sin contar los grados, que no puede conferir por actos espontáneos y voluntarios: así se evita la posibilidad de que a pretexto de premiar el mérito, y estimular el celo, se introduzcan el favoritismo con las intrigas y las injusticias que siempre le acompañan.”⁵²

El principio de antigüedad empezó a explicarse como una barrera contra el intrusismo de los políticos, contra el favoritismo y el nepotismo. Como es evidente, la antigüedad llegó a ser aún más importante que en las primeras décadas del siglo: se volvió más complicado premiar el mérito, ya que la normativa hizo prácticamente imposibles las promociones arbitrarias que habían tenido lugar previamente. No obstante, el principio de antigüedad ya no era una base legítima de ascenso *per se*, sino que se percibía como una herramienta para prevenir el peligro del favoritismo, un fenómeno desestabilizador en contradicción con la justicia y la meritocracia. De este modo se creó una paradoja: se limitó la posibilidad de premiar el mérito a través de la promoción para prevenir la destrucción total del sistema meritocrático como consecuencia del intrusismo político y el favoritismo.

Los sueldos en los cuerpos de ingenieros civiles destacaron por su estabilidad a lo largo del siglo XIX, un hecho que hay que interpretar teniendo en cuenta los niveles muy bajos de inflación. Las cantidades fijadas a finales del siglo XVIII se volvieron a establecer sin mayor cambio en los años treinta, no sólo para el cuerpo de caminos, sino también para el de minas.⁵³ Los nombres de

⁵² “Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales, Puertos y Faros”, *Revista de Obras Públicas*, 23 (1856), p. 267.

⁵³ Para los sueldos fijados al fundarse el cuerpo de caminos: Antonio Rumeu de Armas, *Ciencia y tecnología en la España...*, 268. Reglamento del cuerpo de minas del 14 de abril de 1836, citado en Luis Mansilla Plaza y Rafael Sumozas García-Pardo, “La ingeniería de minas: de Almadén...”. Al ser organizados los agrónomos en un cuerpo de ingenieros, sus sueldos fueron idénticos al resto de los cuerpos técnicos: Rebeca Ramírez Arévalo, *El Cuerpo de ingenieros agrónomos. De la dictadura de Primo de Rivera al primer franquismo*, trabajo de investigación DEA, Universidad Autónoma de Madrid, 2004, 46.

algunas categorías fueron modificados, pero -como indican los presupuestos del Estado- los sueldos apenas cambiaron entre 1837 y 1864, salvo una ligera subida para algunos cargos.⁵⁴ El cambio de moneda del *real de vellón* al *escudo* por la reforma del 26 de junio de 1864 no implicó una subida de sueldo para los ingenieros.⁵⁵ Tampoco lo fue la introducción de la *peseta* según la reforma del 19 de octubre de 1868 (reflejada en los presupuestos para el año 1870-1).⁵⁶ Para hacerse una idea, he aquí unos datos que, salvo pequeñas modificaciones, representan bien la situación a lo largo del siglo XIX.

⁵⁴ *Presupuestos del Estado*, AMH, Años 1837, 1850, 1852, 1853, 1854, 1855, 1856/7, 1857, 1858, 1859, 1860, 1861, 1862, 1863/4, 1864/5.

Entre 1837 y 1850 se puede apreciar una subida de sueldos en algunas categorías, junto con el cambio en la denominación. Los ingenieros segundos cambiaron de nombre al denominarse ingenieros jefes de segunda clase y disfrutaron de un aumento de 16.000 a 18.000 rs. El sueldo de los ingenieros primeros, cuya denominación cambió a ingenieros jefes de 1era clase, subió de 22.000 a 24.000 rs. La categoría de subinspector cambió de nombre a “inspector de distrito” (a partir de los años sesenta, esta categoría cambió de nombre de nuevo, denominándose “inspector general de segunda categoría”), el sueldo correspondiente subió de 28.000 a 30.000 reales. Los inspectores generales (a partir de los años sesenta denominados inspectores generales de primera clase) llegaron a cobrar 40.000, en vez de los 36.000 rs. que les correspondían en 1837. Los ayudantes primeros se llegaron a llamar ingenieros primeros y los ayudantes segundos cambiaron de nombre a ingenieros segundos, sin disfrutar de ningún incremento salarial.

A partir del año 1858, los inspectores de distrito (futuros inspectores generales de segunda clase) se dividían en dos grupos, unos con un sueldo de 36.000 y otros con 30.000 rs.

⁵⁵ 1 escudo – 10 reales vellón, según este cambio, los sueldos de los ingenieros se mantuvieron exactamente iguales que antes de la reforma monetaria. *Presupuestos del Estado*, AMH, Año 1866/7.

⁵⁶ 1 peseta – 4 reales vellón, según este cambio, los sueldos de los ingenieros se mantuvieron exactamente iguales que antes de la reforma. *Presupuestos del Estado*, AMH, Año 1870/1. En el 1881/2 se produjo un pequeño cambio, cuando los ingenieros primeros y segundos recibieron un aumento del sueldo. De 3.000 ptas. a 4.000 para los ingenieros primeros y de 2.250 ptas. a 3.000 ptas. a los ingenieros segundos.

Cuadro 4: Sueldos anuales de ingenieros de caminos y de minas, año 1837

Director general	50.000 reales
Inspector general	36.000 reales
Subinspector	28.000 reales
Ingeniero primero	22.000 reales
Ingeniero segundo	16.000 reales
Ayudante primero	12.000 reales
Ayudante segundo	9.000 reales
Aspirante	3.000 reales

Cuadro 5

Sueldos anuales de los ingenieros de caminos, año 1872/73

Inspector general de 1era clase, director de la Junta consultiva	12.500 ptas.
Inspectores generales	10.000 ptas.
Inspectores generales de 2da clase	9.000 ptas.
Ingenieros jefes de 1era clase	6.000 ptas.
Ingenieros jefes de 2da clase	4.500 ptas.
Ingenieros primeros	3.000 ptas.
Ingenieros segundos	2.250 ptas.
Aspirantes segundos	1.250 ptas.

Fuente: *Presupuestos del Estado*, 1837 y 1872/73.

Los años noventa supusieron un cambio significativo al introducirse en el escalafón categorías administrativas que no siempre se solapaban con las categorías de los cuerpos, sino que dividían algunas categorías de los cuerpos en distintas categorías administrativas con sueldos diferentes. El cambio supuso una bajada de sueldo para los inspectores generales de segunda (de 9.000 ptas. a 8.750 ptas.), mientras subieron de manera importante los sueldos de los ingenieros jefes de 1era (de 6.000 a 7.500 ptas.) y 2da clase (de 4.500 a 6.500 ptas.). Los ingenieros primeros fueron divididos en tres categorías administrativas, la más baja conservaba el sueldo anterior de 4.000 ptas., mientras las dos más altas disfrutaban de un incremento de sueldo (5.000 y 6.000 ptas. respectivamente). Los ingenieros segundos fueron divididos en dos categorías, la más baja conservaba el sueldo de 3.000 ptas., mientras la más alta recibía la remuneración de 3.500 ptas. El sueldo de los aspirantes también aumentó, de 1.250 a 2.000 ptas.

Además del sueldo reglamentario, los ingenieros recibían varias gratificaciones (por otros cargos, por residencia en provincias, etc.).⁵⁷ Los ingenieros que no estaban en activo, sino en

⁵⁷ Antes de que este tipo de gratificaciones fuera regulado por los reglamentos, constituía a menudo objeto de conflicto

expectativa de destino, cobraban según su condición particular: los que al terminar los cargos que desempeñasen en servicios ajenos a la dependencia del Ministerio de Fomento, o por otras causas esperasen colocación, recibían la mitad del sueldo que les correspondía según su categoría. Los que por causa de enfermedad o accidente que los inutilizara temporalmente no pudieran desempeñar servicio activo durante un año cobraban el sueldo entero durante los primeros dos meses, la mitad durante los dos meses siguientes y se quedaban sin sueldo los 8 meses restantes, pasando luego a disfrutar de licencia ilimitada, lo que suponía figurar como supernumerario y no recibir sueldo alguno.⁵⁸

Es difícil evaluar el sueldo de los ingenieros del Estado españoles. Obviamente, los ingenieros se quejaban de lo bajo que era su sueldo, comparando su situación con la de los ingenieros que ejercían en el sector privado, y avisaban al Estado que no debería “esperar más esfuerzos de virtud, de los que a cualquiera otro empleado habría derecho de exigir”:

“Los ingenieros libres, los que por no pertenecer al Cuerpo y tampoco están ligados con el Gobierno, logran ventajas pecuniarias, no solo relativamente mayores, sino inmensamente superiores, de las compañías y empresarios particulares que los ocupan; y como tanto escasean los de aquella clase en España, de ahí es que sea ya considerable...el número de los individuos del propio Cuerpo que hoy se hallan a servicio de tales empresas.”⁵⁹

Si examinamos el *ratio* entre el sueldo del cargo más alto y más bajo de cada cuerpo, descubrimos que el inspector general de 1era clase que presidía la Junta consultiva de caminos cobraba 10 veces más que el aspirante segundo. Por otra parte, en 1850 el ministro cobraba 120.000 reales anuales, mientras el cargo más alto del cuerpo recibía 50.000 reales y al ingeniero primero (una de las categorías más numerosas del escalafón), el Estado le pagaba una décima parte del sueldo ministerial - 12.000 rs. En los años cincuenta, el profesor de idiomas en una escuela especial cobraba entre 6.000 y 8.000 rs. anuales, y los empleados no académicos entre 3.000 y 6.000 reales. Hay que tener en cuenta que el mismo sueldo podía proporcionar distinto nivel de vida según el destino del ingeniero. Mientras los ingenieros que eran enviados a provincias podían vivir bien con un sueldo correspondiente a un ingeniero segundo, los que se quedaban en Madrid como profesores en la Escuela o eran destinados a otra gran ciudad, podían sufrir estrecheces. No obstante, los ingenieros tenían que hacer frente a los críticos del gasto que suponían anualmente los cuerpos de ingenieros para los Presupuestos del Estado. Para hacer frente a este tipo de críticas y demostrar la legitimidad de las exigencias de los ingenieros, la *Revista de obras públicas* publicó datos comparativos de sueldos en Francia, España y Portugal.⁶⁰

entre los ingenieros y la administración, *AMOPU*, legajo 6625, 27 de agosto 1815 y 4 de marzo 1816.

⁵⁸ “Reglamento orgánico del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, 22 (1863), 257-271.

⁵⁹ “Reglamento orgánico del Cuerpo de ingenieros de Caminos, canales y puertos de 1836”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1864), 10-11.

⁶⁰ “Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1869), 7-8.

Cuadro 6**Cuadro comparativo de sueldos en Francia, España y Portugal**

empleo	Francia	España	Portugal
inspector general 1era clase	5.700	4.000	3.900
inspector general 2nda clase	4.500	3.600	3.400
ingenieros jefes 1era clase	3.000	2.400	2.900
ingenieros jefes	2.600	s.d.	s.d.
ingenieros jefes 2nda clase	2.280	1.800	2.350
ingenieros primeros	1.750	1.200	1.600
ingenieros segundos	1.330	900	1.300
ingenieros terceros	970	s.d.	s.d.

Cuadro 7**1 ingeniero por cada**

	km2	millones de habitantes	millones de los presupuestos del estado
Francia	1,3	19	1
España	0,5	16	1
Portugal	1,2	28	2,8

Cuadro 8**El coste total del cuerpo⁶¹**

	cada km2	cada millón de habitantes	cada millón del presupuesto del estado
Francia	2.815	36.909	1.915
España	859	27.219	1.631
Portugal	2.633	59.912	5.705

Cuadro 9**Datos básicos de los tres países comparados**

	presupuesto (millones de escudos)	superficie (km2)	habitantes (millones)
Francia (1866)	700	543	37
España (1867)	266	507	16
Portugal (1866)	42	91	4

⁶¹ En Francia y en España se tomó en cuenta el personal existente sin deducción alguna; en Portugal se consideró la plantilla adoptada.

Fuente: “Cuerpo de Ingenieros de Caminos...”, 7-8.

El análisis de estos datos llevó a los redactores de la Revista a concluir lo siguiente: “Véase con cuán poco fundamento se critica la organización del Cuerpo de Ingenieros de Caminos en España, y cómo la inflexible razón de los números viene a demostrar el reducido gasto de este personal, mucho menor que el de Francia, y menor respectivamente que el de Portugal.”⁶²

En cualquier caso, los ingenieros tenían la posibilidad de complementar su sueldo. El régimen de incompatibilidades constituía un tema polémico y cambiaba con cierta frecuencia. Por ejemplo, el Reglamento de 1863 del cuerpo de caminos planteó el problema del conflicto de intereses, estableciendo que mientras permanecieran al servicio del Estado y no hubiesen perdido su carácter de empleados públicos, los ingenieros no podrían ser concesionarios de empresas de obras públicas, ni tener participación en contratas para ejecutarlas, aunque fueran provinciales o municipales.⁶³ Sin embargo, durante la mayor parte del tiempo, los ingenieros del Estado podían solicitar autorización para trabajar en otros ámbitos, añadiendo ingresos extra a su sueldo, y así lo hicieron muchos de ellos. Fue el caso de los profesores de las escuelas especiales que daban clases en academias preparatorias e incluso eran propietarios de este tipo de establecimientos. Cuando esta práctica fue prohibida, los ingenieros criticaron esta prohibición, llamando la atención sobre la carestía de la vida en Madrid y la baja remuneración de aquellos profesores de las escuelas especiales que ocupaban categorías bajas en el escalafón. Por ejemplo, los redactores de la *ROP* aprovecharon la necrología de un ingeniero para quejarse de

“...el restablecimiento (a finales de 1859) de la prohibición de consagrarse a la enseñanza privada, impuesta por excepción a los profesores de la Escuela de Ingenieros de Caminos, y que no existe para ninguna otra Escuela del Estado.”⁶⁴

Los ingenieros argumentaron que para los que tenían que mantener una familia numerosa era imposible hacerlo exclusivamente del sueldo que correspondía a las categorías bajas y medias del escalafón. La prohibición fue revocada y reimpuesta varias veces, como atestiguan la normativa legal, las memorias de los ingenieros y las polémicas reanudadas en las revistas profesionales.⁶⁵ En cualquier caso, la manera de interpretar las normas de incompatibilidad denotó mucha flexibilidad a lo largo del siglo XIX.⁶⁶ Los ingenieros al servicio del Estado, sobre todo aquellos que ocuparon

⁶² “Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1869), 8.

⁶³ El Reglamento de 1863, título 2, capítulo 5, artículo 61. “Reglamento orgánico del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, 22 (1863), 257-271.

⁶⁴ “Necrología”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1860), 10.

⁶⁵ La Ley de 22 de junio de 1877, por ejemplo, compatibilizó la función pública en activo con el ejercicio libre de la profesión. Amador Montenegro López, *Memorias de un ingeniero del siglo XIX...*, 77. Vicente Garcini, “Reseña histórica de la Escuela de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, número extraordinario (1899).

⁶⁶ *AMOPU*, leg. 6625, 11 de septiembre y 14 de octubre 1820. Los ingenieros podían elegir entre las dietas y el sueldo de ingeniero, pero lógicamente elegían las dietas del diputado, ya que eran más. Uno de los ingenieros diputaos, José Alonso López respondió a los directores de correos y caminos que no había recibido nada como diputado “ni menos por lo mucho que se le debe de la época pasada”. (*AMOPU*, leg. 6625, 26 de septiembre 1820). Subercase

altos rangos del escalafón, siempre encontraron formas de combinar su trabajo en el sector público con toda una serie de actividades privadas. El poder de atracción del sector privado (y municipal) a finales del siglo XIX causó un gran número de bajas entre los ingenieros de todos los cuerpos y frente a la dificultad de cubrir los puestos de facultativos, las autoridades no dudaron de permitir que los ingenieros en servicio activo también aprovecharan la bonanza. Esta permisividad empezó a cuestionarse desde principios del siglo XX, al saturarse los escalafones y al agotarse las posibilidades que ofrecía el sector privado y municipal. Como ya se ha constatado, los jóvenes graduados de algunas escuelas especiales se encontraron sin posibilidad de empleo, mientras que aquellos que ocupaban altos rangos del escalafón acumulaban toda una serie de puestos tanto en los distintos niveles del sector público, como en el privado. En 1912 se prohibió a los ingenieros de minas acumular cargos y trabajar de forma permanente en las minas y en las fábricas metalúrgicas, dejando vía libre, sin embargo, a la actividad profesional de índole accidental. En cuanto a los ingenieros de caminos, las autoridades les recordaron las incompatibilidades establecidas por la normativa vigente, un signo más del escaso cumplimiento de las mismas en aquella época.⁶⁷

A los miembros de un cuerpo de ingenieros les unía más que una estructura burocrática y unos atributos materiales. Estaban vinculados por el *espíritu del cuerpo*, que no era sino un sentimiento de pertenencia y de lealtad hacia el grupo. Este sentimiento se basaba en la conciencia de compartir con el resto de los miembros unos valores comunes, conciencia que se plasmaba en la interiorización del deber de actuar en conformidad con ellos. El proceso de formación del espíritu del cuerpo tenía sus formas implícitas y explícitas. Por una parte, el espíritu del cuerpo -cuyo verdadero fundamento es, según Pierre Bourdieu, “el amor hacia sí mismo en los otros y en el grupo entero”- se forjaba y mantenía a través de una serie de ritos y procedimientos, definiéndose el cuerpo en oposición a unos Otros antagónicos.⁶⁸ La selección escolar, los mecanismos impersonales de promoción dentro de una estructura jerárquica, el comportamiento reglado, la retórica del honor: todos estos factores fueron a la vez atributos y herramientas de formación de un “cuerpo social en el cuerpo biológico“, siendo el espíritu del cuerpo un lazo unificador que, en palabras de Pierre Bourdieu, era “la condición para la constitución del capital social, un recurso en propiedad colectiva, que permitía a cada uno de los miembros de un grupo *integrado* participar en el capital poseído individualmente por todos los otros.”⁶⁹

argumentó de forma siguiente: “1. que es evidente (por razón de mi corto sueldo) que debo preferir las dietas de diputado; que no deben contarse sino desde el día 25 de julio que tomé asiento en el congreso. 2. Que hasta ahora nada he percibido por razón de dietas, y no siendo justo que por haber sido nombrado diputado perezcamos yo y mi familia, he seguido cobrando mis sueldos de los seis últimos días de julio y del mes de agosto, con ánimo de reintegrarlo cuando perciba las dietas.” (AMOPU, leg. 6625, 10 de octubre de 1820).

⁶⁷ Francisco Villacorta Baños, *Profesionales y Burócratas. Estado...*, 120-121.

⁶⁸ Estas prácticas están analizadas desde el punto de vista teórico en Pierre Bourdieu, *La noblesse d'état. Grandes écoles...*, 258-259 y 533-559. Max Weber, *Economía and Sociedad*; Max Weber, *¿Qué es la burocracia?*; Michel Foucault, “Governmentality”.

⁶⁹ Pierre Bourdieu, *La noblesse d'état. Grandes écoles...*, 258-259.

Este sentir y actuar a la vez colectivo e individual fue también producto de un esfuerzo consciente y expreso por crearlo y mantenerlo. Citemos el ejemplo de Bernardo de la Torre, el militar que contribuyó de forma decisiva a la creación y la puesta en marcha de la escuela de montes. Éste declaró en su “Testamento” que inspirar el espíritu del cuerpo fue uno de los tres puntos dominantes de la fundación de la escuela de montes. De la Torre pretendía que los miembros del cuerpo de montes formaran una familia que se caracterizara por el respeto a la autoridad, por la disciplina y subordinación, por la lealtad que impidiera ventilar los conflictos en público, por el apoyo mutuo entre sus miembros, por la preferencia de lo colectivo frente a lo individual y por último, por la defensa de los intereses del Estado. Basándose en una imagen idealizada de los caballeros medievales, de la Torre pretendía inculcar a los aspirantes la idea de su excepcionalidad, de haber sido elegidos para llevar a cabo una misión de suma importancia.⁷⁰ De esta forma, el espíritu del cuerpo serviría no solamente como un mecanismo de reproducción de valores, sino también como una herramienta para crear y perpetuar un grupo de elite cuyos miembros entendieran el servicio al Estado como un privilegio.

La organización jerárquica de los cuerpos, sus reglamentos, el uso del uniforme y, sobre todo, la formación larga y unificada de los aspirantes en las escuelas especiales contribuyeron de forma decisiva a forjar el espíritu de los cuerpos de ingenieros en el pleno esplendor de estos organismos. Sin embargo, los fundamentos de la identidad común de los ingenieros decimonónicos no sólo se derivaron de los principios organizativos de los cuerpos, sino que algunas de sus piedras angulares fueron puestas a finales del siglo XVIII, cuando entre los ingenieros civiles todavía no existía ninguno de los elementos mencionados. Los primeros ingenieros del Estado españoles tenían una fuerte conciencia de pertenecer a una comunidad científica pequeña, pero pujante, que se percibía como avanzadilla del país, imprescindible para el *fomento* de la riqueza del Reino y del bienestar de los súbditos. Siendo relativamente pocos, los ingenieros mantenían contactos personales y disfrutaban de cierta unidad ideológica, aunque no política en el sentido estricto de la palabra. Compartían el lenguaje de la ciencia, el discurso de progreso y las ideas de la racionalización de la administración, independientemente de sus opciones políticas por la monarquía absolutista o por el sistema constitucional. Estas bases contribuyeron de manera decisiva al desarrollo del espíritu del cuerpo, aunque no de manera progresiva y acumulativa, como les hubiera gustado a los ingenieros-fundadores, sino con sus altibajos, parálisis y redefiniciones.

Sobre la práctica cotidiana de los ingenieros que trabajaron durante las primeras décadas de la época estudiada resulta difícil generalizar. Sólo existían maneras de proceder estandarizadas para los ingenieros militares, quienes después de terminar los estudios fueron asignados a alguna de las

⁷⁰ “Testamento forestal de Bernardo de la Torre Rojas, fundador y primer director de la Escuela de ingenieros de montes (1866)” reproducido en Erich Bauer Manderscheid, *Los montes de España en la Historia...*, 519-528.

compañías distribuidas por el territorio según las exigencias estratégicas. Sin embargo, ni así se libraron de la incertidumbre y de la necesidad de apañárselas en situaciones de caos y desorganización que abundaron en el primer tercio del siglo XIX, destacando sobre todas la Guerra de la Independencia: "...la historia deberá también tributar con igual justicia esos mismos homenajes a los dignos gefes y oficiales del Cuerpo de Ingenieros que tuvieron parte en aquel immortal hecho de armas. Suya exclusivamente es la gloria de haber sabido improvisar y concluir con tan rara felicidad y admirable maestría esa inmensidad de trabajos..."⁷¹ En el caso de los facultativos civiles, la improvisación fue inherente a la fase inicial del desarrollo corporativo. Los ingenieros de caminos y de minas, al ser pocos, tuvieron que ocuparse enseguida de grandes territorios y/o de varios proyectos a la vez. Al disfrutar de una asignación presupuestaria importante a principios del siglo, los ingenieros de caminos desarrollaron una importante actividad constructora entre 1799 y 1808 que en unos pocos años dotó a España de más de dos mil kilómetros de nuevas carreteras.⁷² Además, al igual que sucedía antes de adquirir una organización corporativa, los ingenieros podían ser enviados para encargarse de proyectos *ad hoc* y de situaciones excepcionales, como catástrofes naturales, accidentes o preparativos para una visita real. En general, para los primeros ingenieros de minas y de caminos, la acción sistemática se combinó con comisiones para llevar a cabo tareas concretas. Los altos cargos fueron, además, frecuentemente requeridos para todo tipo de proyectos científico-tecnológicos.

En general, el desempeño facultativo era poco rutinario, tanto por la actividad febril como debido al hecho de que las normas de actuación para los ingenieros civiles se estaban todavía desarrollando. Esto significaba que reinaba la incertidumbre sobre las maneras de proceder, sobre los gastos extraordinarios. Por ejemplo, en 1815, tres ingenieros de caminos firmaron una carta señalando que antes de desplazarse a su destino tuvieron que pagar de su bolsillo diligencias de caballería, libros e instrumentos, mientras el sueldo no llegaba antes de que se encontraran en su puesto.⁷³ Al no existir una normativa clara sobre los gastos, los ingenieros se vieron obligados a comprar material y pagarse los viajes de su sueldo. Por otra parte, los ingenieros no estaban conformes con la asignación de destinos y pretendían que se les asignara en lugares próximos a Madrid o a su ciudad de procedencia. Es decir, antes de aprobarse los reglamentos que regularan la práctica facultativa e impusieran unas normas, existía un tira y afloja entre los ingenieros (apoyados en muchas reivindicaciones por los altos cargos del cuerpo) y la superioridad, en el que los ingenieros no dudaron en "postrarse a los pies de Su Majestad", apelar a su "paternal y benéfico corazón", despertar pena evocando a sus hijos y a su mujer enferma y las incomodidades de los

⁷¹ *Resumen historico del arma de...*, 71.

⁷² Véase el capítulo *Ingenieros y el cambio político*.

⁷³ Se trataba de Collar, Azas y Subercase, *AMOPU*, legajo 6856, 9 de septiembre de 1815.

desplazamientos a los que les obligaba su trabajo.⁷⁴ La arbitrariedad de la acción administrativa creaba una situación en la que muchas cosas eran negociables: los ingenieros gastaron tiempo y energía en exigir y conseguir las comodidades básicas, pero a su vez disponían de libertad para improvisar. Con el advenimiento del Estado liberal, la Administración regularizó los pagos y estandarizó las maneras de proceder, según las propuestas de los altos cargos de los cuerpos, lo que permitió a los ingenieros reivindicar sus derechos en vez de “suplicar”. Por otra parte, los ingenieros tuvieron que acostumbrarse a que la acción interventora cubría todo el territorio, aceptar el alejamiento de la Corte, una movilidad semejante a la de los militares y la imposición de una disciplina laboral poco habitual.

En esta época los ingenieros sufrieron de forma significativa los conflictos bélicos y políticos. En el caso de los ingenieros militares incluso llegó a haber numerosos casos de ingenieros hechos prisioneros de guerra e incluso muertos en el servicio, sobre todo durante la guerra de la Independencia, conflicto en el que los ingenieros militares destacaron en la defensa de las plazas fuertes.⁷⁵ Mientras los ingenieros del Ejército cayeron en combate, los navales tuvieron que sufrir penuria extrema debido al abandono de la Marina y la falta de pagos.⁷⁶ En varias ocasiones, los ingenieros militares y civiles sufrieron represión debido a su implicación a favor de otro régimen, fuera el gobierno de José I o los distintos intentos de instaurar en España una monarquía constitucional. A veces, el mero hecho de haber trabajado al servicio del régimen derrotado supuso la impurificación. En estos casos, los ingenieros tuvieron que presentar certificados sobre sus opiniones y sobre su conducta, expedidos por las autoridades locales. En su defensa argumentaron que su trabajo era “puramente facultativo, estando reducidas sus atribuciones á dirigir, en la parte facultativa, aquellas obras solamente que tienen por objeto el fomento de la Agricultura y del Comercio; de modo que, en ningún caso, podía hallarse el exponente comprometido á perjudicar á su patria en el ejercicio de sus funciones.”⁷⁷ Sin embargo, esta lógica *facultativa* no les salvó de la impurificación. Ésta podía tener forma de la expulsión del cuerpo o de ser apartado del servicio, sin sueldo o con un sueldo reducido a la mitad o a un tercio. Por otra parte, hay que subrayar la relativa levedad de la persecución: a medio plazo, los impurificados no solamente consiguieron cobrar una parte del sueldo, sino que se volvieron a incorporar en el servicio. Algunos ingenieros militares expulsados pasaron a integrarse en los organismos civiles. En general, el trato proporcionado a los transgresores de élite que estuvieran dispuestos a volver a servir a la monarquía absoluta se puede caracterizar de benévolo, ya que el mayor castigo solía consistir en ser apartado durante una temporada del servicio al soberano.

⁷⁴ AMOPU, leg. 6856, 29 agosto 1815.

⁷⁵ SHM, Estado del Cuerpo, 1809 (una entrada manuscrita en el impreso que contiene el escalafón del cuerpo de los ingenieros del Ejército).

⁷⁶ Fernando Bordejé Morencos, *Crónica de la Marina Española...*, vol. 1, 63-78.

⁷⁷ AMOPU, leg. 6856, 12 de marzo de 1813.

Mientras que el ejercicio libre de la profesión se caracterizó por una suma heterogeneidad en el siglo XIX, la carrera de los ingenieros al servicio del Estado se desarrolló con cierta regularidad en la segunda mitad del siglo. Después de egresar de las escuelas especiales, los ingenieros solían ser asignados al servicio en provincias en una posición subordinada. No podían elegir su destino, salvo los interesados en ocupar los puestos en Ultramar, ya que para los destinos coloniales siempre faltaban funcionarios dispuestos.⁷⁸ Una posición baja en el escalafón no suponía, sin embargo, una falta de oportunidades para tomar la iniciativa y para el mando. Dada la relativa escasez de personal facultativo, los ingenieros recién incorporados al servicio del Estado se ocupaban enseguida de dirigir obras (u otro tipo de actividades) en una localidad, a menudo en condiciones muy precarias. Frecuentemente, los jóvenes ingenieros tomaban la iniciativa y formulaban propuestas de nuevos proyectos para la región.⁷⁹ En esta fase de la carrera, los ingenieros dedicaron una parte importante de su tiempo a diseñar, proyectar y ejecutar, es decir, a dedicarse a las tareas de carácter técnico, además de las tareas administrativo-económicas (cálculo de presupuestos, redacción de informes para la superioridad etc.). Al ser trasladados después de unos años a otro puesto, solían dejar detrás de sí un trabajo de ingeniero notable (puentes, tramos de ferrocarril, fortificaciones, zonas reforestadas, mapas, informes sobre la propiedad de la tierra, etc.).

En el desempeño de su trabajo, los ingenieros estuvieron sometidos a unas normas de actuación.⁸⁰ La estandarización de los procedimientos administrativos a todos los niveles a partir del segundo tercio del siglo XIX trajo a los ingenieros una mayor transparencia en cuanto a sus derechos y deberes y la regularidad en los pagos, pero también más reglas a seguir y una mayor vigilancia. Como demuestran los documentos de archivo, las autoridades y los órganos de autogobierno de los cuerpos aspiraron a estandarizar los procedimientos e imponer un comportamiento y una manera de expresarse reglado a los ingenieros de todos los rangos.⁸¹ Además, éstos debían ser conscientes de que su actuación estaría sometida a un control permanente. Así, los inspectores podían y debían interrogar a los gobernadores de las provincias “sobre el comportamiento de los Ingenieros y demás empleados en las Obras públicas” y también oír “a los empleados subalternos, capataces y peones camineros, a fin de averiguar: 1) si tienen alguna queja

⁷⁸ Amador Montenegro López (ed.), *Memorias de un ingeniero del siglo...*, 184.

⁷⁹ José Mañas Martínez, *Eduardo Saavedra, ingeniero...*, 43.

⁸⁰ Esta regulación se produjo no solamente a través de los reglamentos, sino también por una normativa más específica y detallada. Véase, por ejemplo, “Instrucción general que deberá observarse para las visitas ordinarias de inspección a los Distritos”, Ministerio de Fomento, Junta consultiva de caminos canales y puertos, aprobado por la Dirección de Obras públicas, el 5 de abril 1855, art. 11 y 12; *AHN*, MOP, leg. 51, 1855.

⁸¹ Para el afán de crear un proceder uniforme: “A fin de evitar la falta de uniformidad que se observa en las comunicaciones de algunos de los individuos de esa Junta al hablar de la misma, el Excmo. Sr. Gefe del Cuerpo se ha servido disponer que con arreglo a la práctica constantemente seguida desde el establecimiento de la Junta consultiva de caminos, canales y puertos y según corresponde a la índole de las funciones que ejerce, su tratamiento debe ser siempre impersonal, cualquiera que ha por otra parte el que corresponda individualmente al Presidente, Vicepresidente y vocales....”(que le informa por orden del Gefe del cuerpo para que lo lea en la reunion de la Junta) *AHN*, MOP, leg. 51, 22 de marzo de 1848.

de sus Jefes 2) si han percibido con exactitud los haberes que les han correspondido 3) si se les ha distraído a ocupaciones ajenas del servicio 4) si han notado algún desorden o sustracción de materiales en las obras a que han estado destinados y 5) si en las relaciones o listillas se han hecho abonos indebidos.”⁸²

Aunque es difícil imaginarnos a los peones camineros quejándose de un ingeniero a sus compañeros del cuerpo, los gobernadores y otras autoridades tenían más posibilidades de ventilar sus conflictos con los ingenieros en su provincia. Junto con casos de cooperación provechosa, había otros ejemplos de choques entre los ingenieros y las autoridades locales por cuestiones relacionadas con el desempeño profesional. Los ingenieros pretendían imponer los criterios técnicos, mientras que las autoridades locales a menudo tenían en mente el beneficio individual o de una zona concreta y exigían la modificación de los proyectos para satisfacer este tipo de intereses.⁸³ Al resultar demasiado incómodos para una figura de peso, los ingenieros podían ser trasladados a otro destino. No obstante, la inamovilidad como el principio general les dotaba de una posición protegida que invitaba a las autoridades locales a buscar alianzas más que enfrentamientos con los facultativos.

Los ingenieros civiles estuvieron sometidos a una disciplina interna poco común fuera del ejército. Tenían que estar a disposición de sus superiores, podían ser enviados a cualquier provincia, e incluso a Ultramar, además de estar obligados a solicitar permiso para alejarse de su puesto y para irse de vacaciones.⁸⁴ Al viajar, se les exigía presentarse a los cargos superiores del cuerpo que vivían en las ciudades por las que pasaban o, en caso de visitar su ciudad de residencia un ingeniero de mayor graduación, estaban obligados a hacerle una visita formal.⁸⁵ Por otra parte, no debemos obviar medidas como el uso obligatorio del uniforme y la existencia de los tribunales de honor.⁸⁶

Los cuerpos disponían de estos tribunales para resolver las faltas disciplinarias que quedaban fuera

⁸² “Instrucción general que deberá observarse para las visitas ordinarias de inspección a los Distritos”, Ministerio de Fomento, Junta consultiva de caminos canales y puertos, aprobado por la Dirección de Obras públicas el 5 de abril 1855, art. 11 y 12; *AHN*, MOP, leg. 51, 1855.

⁸³ Así por ejemplo, en el año 1849, Narváez solicitó a Bravo Murillo que ordenase a un ingeniero de caminos destinado en provincias cambiar el proyecto de una carretera para que conviniese a los intereses de un pariente de Narváez. El ingeniero se negó repetidamente a ceder a las presiones. Al final, el ingeniero fue trasladado a otra provincia para que Narváez se pudiera salir con la suya en cuanto al trazado de la carretera si bien, a pesar de su insistencia, no pudo castigar de ninguna manera al ingeniero rebelde. Carta de Narváez a Bravo Murillo de 16 de septiembre de 1849, *BNM*, 12.976-8. Carta de Bravo Murillo a Narváez de 18 de septiembre de 1849, *RAH*, Colección Narváez I, 9/8098: 27.3.11. Carta de Narváez a Bravo Murillo de 19 de septiembre de 1849, *BNM*, 12.976-9. Juan Pro Ruiz, *Bravo Murillo: política de orden en la España liberal*, Síntesis, Madrid, 2006. Quisiera agradecer a Juan Pro Ruiz que me refiriera esta historia y las fuentes respectivas.

⁸⁴ El artículo 75 del Reglamento del cuerpo de caminos de 1863 establecía que “los inspectores generales de primera y segunda clase no podrían ausentarse de Madrid para asuntos de servicio sin orden o licencia.....No podrían ausentarse para asuntos particulares sin obtener previamente Real Licencia”. A su vez, el art. 76 postulaba que los ingenieros jefes no se pueden ausentar de la provincia... “Reglamento del Cuerpo de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, 22 (1863), 257-271.

⁸⁵ Artículo 74 del Reglamento de 1863: “Todo ingeniero que permanezca un día, aunque solo sea de tránsito, en el punto donde resida otro de mayor graduación o más antiguo en su misma clase, tendrá obligación de presentarse a él. Cuando el que esté de paso sea de mayor categoría y avise su llegada al residente, este deberá también presentarse a él y ser correspondido con igual atención de parte del que le reciba, siempre que se detenga más de un día en el mismo punto.” En “Reglamento del Cuerpo de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, 22 (1863), 257-271.

de la competencia de los tribunales ordinarios y la Administración solía respetar su decisión. El uso reglamentario del uniforme imponía una manera de actuar colectiva a los cuerpos individuales, constituyendo a la vez un signo de los privilegios de la masculinidad hegemónica. Por asociación, los ingenieros uniformados asumían los rasgos que históricamente estaban vinculados con los militares: la posición dentro de una jerarquía, la obediencia combinada con la capacidad de mando, el mandamiento de lealtad y de responsabilidad hacia sus compañeros, el sentimiento de exclusividad y de superioridad frente a los que no formaron parte del grupo, la dominación legítima. Frente al contenido predominantemente administrativo del trabajo diario del ingeniero, el uniforme hacía referencia directa a las hazañas de guerra, apelando a un potente imaginario bélico acumulado a lo largo de los siglos. La autoestilización heroica de los ingenieros como auténticos soldados del progreso en una “batalla interminable”, que deben olvidarse de sus “heridas” y “empezar de nuevo la campaña” volviendo a sus “puestos de combate”, formaba parte clave del espíritu del cuerpo uniendo a los individuos en un ejército profesional preparado para defender lo que consideraban el bien común, motivados por

“su acendrado amor al Cuerpo á que tanto deben, el profundo sentimiento de gratitud que tamaña honra les inspira, y el noble ejemplo de sus antecesores que en momentos de ruda prueba supieron mantenerse con gloria dignos de la confianza que habían merecido.”⁸⁷

En este contexto cabe mencionar que el uniforme de campo de los ingenieros agrónomos y los de montes incluía un revólver.⁸⁸ En sus “puestos de combate”, los ingenieros tenían que hacer frente no solamente a las inclemencias del tiempo y a las trabas burocráticas de los gobernadores civiles y de los particulares, sino ocasionalmente también a los ataques a su integridad física vinculados con el desempeño de su trabajo. Se dieron situaciones de riesgo excepcionales: la pérdida de las colonias en el Ultramar supuso para varios ingenieros no solamente encontrarse envueltos en un conflicto bélico como representantes del poder colonial, con todos los peligros que esto conllevaba, sino también un conflicto de lealtad, al plantearseles la posibilidad de entrar al servicio del nuevo gobierno.⁸⁹ Lo más común era, sin embargo, los conflictos con los trabajadores y con los propietarios.

En primer lugar, examinemos la relación de los ingenieros con los trabajadores. Tiago Saraiva examina el empleo de presos en las obras públicas, discutido en la *Revista de Obras Públicas*, manteniendo que se tal vez se tratara del sueño cumplido de los ingenieros, ya que

⁸⁶ Sobre los uniformes de los ingenieros civiles: Manuel Silva Suárez, *Uniformes y emblemas de la ingeniería civil española, 1835-1975*, Institución ‘Fernando el Católico’, Zaragoza, 1999.

⁸⁷ Todas estas expresiones en “Parte oficial”, *Revista de Obras Públicas*, 2 (1872), 13-14. El párrafo citado en “Parte oficial”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1872), 1-2.

⁸⁸ Jordi Cartañá i Pinén, “Ingeniería agronómica y modernización...”, 492.

⁸⁹ Amador Montenegro López (ed.), *Memorias de un ingeniero...*, 229-231. Véase también Fernando Sáenz Ridruejo, *Los ingenieros de caminos*, 158-161.

suponía la reducción de los trabajadores a una *mano de obra* dócil y a un factor previsible en el proyecto. En primer lugar hay que dejar claro que al dirigir el trabajo de los presos, los ingenieros fueron secundados en todo momento por los guardias encargados de la vigilancia de los presidiarios. Saraiva mantiene que los presos destacaron frente a la figura del artesano, siempre molesta para los ingenieros por el control que ejercían los artesanos sobre la producción a través de las prácticas secretas y de la protección gremial, y también frente al obrero contratado, que disponía de la libertad de quejarse o irse para atender a los trabajos relacionados con la cosecha.⁹⁰ Por otra parte, dentro de la actitud paternalista hacia *su* mano de obra, los ingenieros denunciaron en ocasiones las malas condiciones en las que se vieron obligados a trabajar los presos. El gobernador civil Antonio Guerola señaló las desastrosas condiciones de los presos empleados en las carreteras, destacando que tenían que aguantar temperaturas muy bajas estando insuficientemente vestidos. El ingeniero al cargo de las obras, Práxedes Mateo Sagasta, se quejaba de que difícilmente podía remediar dicha situación, ya que el dinero destinado a la vestimenta de los presos no llegaba a su destino.⁹¹ Por otra parte, los contratistas no veían tantas ventajas en el empleo de los presos: “son pocos los contratistas que lo aceptan, porque además de que el trabajo del siervo no es comparable al del hombre libre, el coste de guardianes y de fuerza pública, los rozamientos entre los jefes de los penados y los del contratista quitan a este la libertad de acción necesaria para el buen éxito de todo negocio”.⁹²

Aunque no se tratara de presos, los ingenieros podían disponer de los obreros empleados con bastante libertad. El ingeniero de caminos Eduardo Saavedra utilizó a los peones camineros para hacer excavaciones arqueológicas, su gran afición, un uso que se salva de convertirse en un ejemplo de abuso debido a que la conservación de los restos arqueológicos fue encomendada a los ingenieros de caminos por el reglamento de 1836. En general, los ingenieros se percibían en un papel claramente distanciado de los trabajadores manuales, como se puede apreciar de las fotografías de la época: en escasas ocasiones aparecen los ingenieros liderando el proceso de construcción, montados en una máquina agrícola, “manos a la obra”. Predominan imágenes del ingeniero posando impecablemente vestido al lado de su obra, o paseando por ella bastón en mano, eventualmente del ingeniero predicador, en una relación con los trabajadores manuales no solamente de superioridad, sino de distancia radical. Esta distancia no evitó, en ocasiones, que los ingenieros se vieran envueltos en conflictos violentos, como cuando los ingenieros de minas y de caminos tuvieron que lidiar con los conflictos derivados de un trabajo realizado en condiciones muy

⁹⁰ Tiago Saraiva, “*Big Science* en Madrid. ...”, 350-353; Pablo Alzola y Minondo defendía el uso de presos a finales del siglo XIX, Pablo Alzola y Minondo, *Historia de la obras públicas ...*, 294.

⁹¹ Antonio Guerola, *Memorias de mi administración en la provincia de Zamora como Gobernador de ella desde el 12 de agosto de 1853 hasta el 17 de julio de 1874*, Instituto de Estudios Zamoranos Florián de Ocampo/Diputación provincial de Zamora/CSIC/EUNSA, Zamora, 1985, 258-260.

⁹² *Reformas sociales. Información oral y escrita publicada...*, vol. 3, 156.

duras y mal remunerado, sobre todo cuando la introducción de nuevas medidas alteraba los usos establecidos. El caso más drástico, analizado brevemente por Chastagneret, se produjo en 1874 cuando dos ingenieros de minas fueron linchados en Almadén por los obreros descontentos por los cambios en los contratos.⁹³

Los ingenieros agrónomos y de montes se encontraban en una situación algo distinta al no dirigir, generalmente, el trabajo de un gran número de operarios. Estaban en el ojo del huracán sobre todo por los conflictos con los propietarios particulares o con las comunidades locales, ya que se encargaban de establecer con claridad las condiciones de propiedad de la tierra, definir los terrenos aptos para la desamortización y vigilar el cumplimiento de una normativa que perjudicaba los intereses de los particulares y de los ayuntamientos. En el caso de los agrónomos, oscilaron en su desempeño profesional entre la colaboración estrecha con las “fuerzas vivas” y los intentos de disponer de cierta independencia para imponer la lógica técnica, descubriendo con el paso del tiempo los beneficios de involucrar en sus proyectos a capas amplias de la población. El hecho de que los trabajadores del campo no eran empleados bajo el mando de los ingenieros agrónomos, empujó a los agrónomos a desarrollar estrategias de lo más diverso, desde involucrarse en el asociacionismo hasta la labor propagandística.

Los ataques verbales y físicos a los ingenieros y las trabas puestas a su trabajo deben interpretarse en el marco de los reajustes en las relaciones de poder impulsados por las políticas intervencionistas del Estado y por los nuevos modos de actuación dentro de la lógica liberal.⁹⁴ Estas dificultades fueron ampliamente publicitadas y explotadas por los ingenieros y, en general, no hicieron sino fomentar su auto-representación como héroes, e incluso como mártires del progreso. Esta imagen llegó a ser compartida por un público más amplio, como atestigua el ejemplo del personaje del ingeniero Pepe Rey en la novela *Doña Perfecta* de Pérez Galdós: el joven, caracterizado por una combinación significativa de atribuciones científicas y cuasi-militares, acaba asesinado como consecuencia de los efectos disruptivos que conlleva su presencia en una pequeña ciudad de provincias.⁹⁵

Era allí donde solían residir los ingenieros al ser destinados en las provincias. En ocasiones, el destino asignado podía suponer una dificultad en cuanto a la adaptación a las condiciones climáticas y también debido al alejamiento de la familia y del entorno de amigos, tratándose para muchos de una segunda ruptura, después del desplazamiento para estudiar en la escuela especial.⁹⁶

⁹³ Gérard Chastagneret, *L'Espagne puissance minière dans.....*, 457-458. (sobre todo la nota a pie n.40)

⁹⁴ El trabajo de ingeniero conllevaba, además, otros riesgos: el principio de la responsabilidad legal podía suponer la ruina personal en caso de accidentes como el derrumbe de una construcción o el descarrilamiento de un tren. Véase el caso del descarrilamiento de Torremontalvo (1903), esbozado en Fernando Sáenz Ridruejo, *Los ingenieros de caminos*, 167.

⁹⁵ Benito Pérez Galdós, *Doña Perfecta...*

⁹⁶ Éste fue, por ejemplo, el caso de Eduardo Cabello Ebrentz. Amador Montenegro López (ed.), *Memorias de un ingeniero...*

Por otra parte, los jóvenes ingenieros, personajes de proyección limitada en las grandes ciudades, se convertían en figuras destacadas de la vida social provinciana, viéndose cortejados por los ateneos locales y por los padres de hijas casaderas. No es de sorprender que muchos ingenieros encontraron su pareja en su primer destino oficial y algunos fueron elegidos diputados por las provincias en las que sirvieron, utilizándolas como trampolín en la gran política.⁹⁷ En este sentido, los ingenieros de minas estuvieron en una situación más complicada, ya que a menudo residían en el recinto minero. Esta desventaja, que pudo ser uno de los motivos del menor atractivo de la carrera de minas frente a la de caminos, contribuyó sin duda a fomentar el espíritu del cuerpo, la vocación de élite profesional y también fortalecer las relaciones con sus compañeros, que ocasionalmente tomaron forma de lazos familiares establecidos a través de matrimonios con las hijas o hermanas de otros ingenieros de minas. En general, el servicio del Estado en provincias constituía una oportunidad de crear contactos para futuros negocios, tanto con las autoridades locales, como con los capitalistas y los grandes terratenientes, así como también para conocer a subordinados hábiles y fiables a quienes el ingeniero pudiera invitar a colaborar en otras obras en el futuro.⁹⁸

Resulta elocuente que lo que se interpretaba como progresar en la carrera, como subir peldaños en la profesión, consistía en la práctica en alejarse del trabajo de ingeniero propiamente dicho, de las tareas técnicas, y convertirse en inspector, en gestor o en profesor de la escuela. Es significativo que los mejores de cada promoción fueran retirados de la práctica de ingeniero en las provincias tras pasar solamente dos o tres años, para ejercer como profesores en las escuelas especiales.⁹⁹ Es verdad que los profesores siguieron preparando proyectos que luego fueron llevados a cabo, sin embargo es evidente que el ascenso en la profesión suponía una mayor burocratización de las tareas a desempeñar. El salto al sector privado podía suponer la vuelta al trabajo de ingeniero propiamente dicho, pero incluso entonces se puede observar que cuanto mayor era el cargo que ocupaba el ingeniero contratado, más probable era que fuera a desempeñar sobre todo tareas de dirección y de gestión.¹⁰⁰ Podemos especular sobre los efectos de tal dinámica: si lo más apreciado no era lo que constituía el contenido primario del trabajo de ingeniero, aquello que entonces (y ahora) definía a una persona como ingeniero, sino la superación de esta fase más práctica en favor de la gestión y de la burocracia, las dinámicas profesionales de los ingenieros contribuyeron de

⁹⁷ Por ejemplo, Práxedes Sagasta y Eduardo Cabello encontraron a las que iban a convertirse en las “mujeres de su vida” en su primer destino. Para otros, sin embargo, partir a las provincias supuso una separación: así Eduardo Saavedra tuvo que dejar a su novia en Madrid. José Mañas Martínez, *Eduardo Saavedra, ingeniero...*, 49.

⁹⁸ Así por ejemplo Eduardo Saavedra estableció contacto con el inversor Domingo Lluch que quería financiar un proyecto que Saavedra diseñó. Esta relación perduró: Saavedra y Lluch mantuvieron el contacto y Saavedra hizo para Lluch el estudio del ferrocarril Torralba-Soria. José Mañas Martínez, *Eduardo Saavedra, ingeniero...*, 50-51. En cuanto a la endogamia de los ingenieros de minas, mencionada también en otros capítulos, en este lugar podemos apuntar que los dos ingenieros linchados en Almadén, Monasterio y Buceta, eran suegro y yerno.

⁹⁹ Estos fueron los casos, por ejemplo, de Eduardo Saavedra, José Echegaray o Práxedes Sagasta (en este caso fue profesor de la Escuela de ayudantes de obras públicas).

¹⁰⁰ Un caso de tal salto: los concesionarios del ferrocarril solicitaron la baja de Saavedra, para que pudiera trabajar para ellos. José Mañas Martínez, *Eduardo Saavedra, ingeniero...*, 91.

hecho a perpetuar el estigma de la práctica ingenieril, el del trabajo técnico no solamente manual.

2. Los ingenieros españoles y extranjeros en el sector privado

Además de la Administración central, o *del Estado*, los ingenieros trabajaron también en el servicio público a nivel municipal y provincial, y ejercieron como profesionales liberales o, eventualmente, como dueños o empleados de empresas privadas.

El trabajo a nivel municipal o provincial se convirtió en una opción atractiva a partir de los años 1860, y sobre todo en las dos últimas décadas del siglo XIX, como lo atestigua el creciente número de ingenieros supernumerarios en los escalafones de los cuerpos. Fuera a sueldo de los ayuntamientos y de las diputaciones, como contratistas o como empleados de las contratas, los ingenieros percibieron las oportunidades que les presentaban las reformas urbanísticas, la remodelación de los puertos y la dirección de caminos vecinales. Asimismo los ingenieros se establecieron como profesionales liberales, fundaron empresas o trabajaron para compañías privadas. En este punto hay que subrayar que resulta difícil establecer una diferenciación clara entre el trabajo en los sectores público y privado, dado el grado de compenetración entre ambos, tanto a nivel de las compañías, como a nivel individual. Por esta razón, la actividad profesional de los ingenieros fuera de la Administración del Estado central será tratada en conjunto.

En general fueron sobre todo los ingenieros de caminos, minas, industriales, del ejército y navales quienes se embarcaron en proyectos a nivel municipal o provincial o en la empresa privada.

¹⁰¹ Para poder desempeñar este tipo de tareas, los ingenieros-funcionarios ocasionalmente pasaron a considerarse supernumerarios o directamente se dieron de baja en el cuerpo. No obstante, seguían mereciendo la consideración de miembros de su cuerpo en activo, que les apoyaron desde la Administración central. A la vez, su actividad, sobre todo las vistosas remodelaciones urbanísticas, como la de Barcelona llevada a cabo por el ingeniero de caminos Ildefonso Cerdà, suponía un motivo de orgullo para sus antiguos compañeros, que no dejaron de destacar el hecho de que fuera un ingeniero de su especialidad quien llevase a cabo una obra tan destacada.¹⁰² Además, la gestión de las grandes obras municipales o provinciales a menudo servía a los ingenieros para dar el salto a la política local y nacional, sin que dejaran de atender negocios privados relacionados con las obras públicas. Éste fue, por ejemplo, el caso del ingeniero de caminos Pablo Alzola, que después de trabajar primero al servicio del Estado y luego para las entidades locales, se convirtió en alcalde de Bilbao y en presidente de la diputación vizcaína, estando a la vez involucrado en varias empresas particulares. Algunos consiguieron lo mismo sin pasar por el servicio al Estado, como fue el caso

¹⁰¹ Mientras pudieron, los ingenieros de minas y de caminos combinaron el servicio público con las actividades privadas.

¹⁰² Cerdà asimismo utilizó la *Revista de Obras públicas* para propagar sus ideas urbanísticas. Ildefonso Cerdà, "Edificación", *Revista de Obras Públicas*, 24 (1863), 291-295.

del ingeniero industrial Félix Macià Bonaplata, ingeniero industrial que participaba en negocios ferroviarios en Cataluña, que se convirtió en alcalde de Barcelona.¹⁰³

Menos vistosa era la carrera de los directores de caminos vecinales, quienes atendieron las obras llevadas a cabo por las diputaciones y por los particulares. Este cargo, al que se accedía obteniendo un título administrativo por oposición, se convirtió en una puerta a la actividad civil para muchos ingenieros del ejército. La enseñanza, tanto pública como privada, constituía otra opción laboral “honrosa” para los ingenieros, sobre todo antes de la expansión del sector privado que se produjo en el último tercio del siglo XIX. Los primeros ingenieros industriales y agrónomos encontraron en la enseñanza una posibilidad de trabajo digno frente a la falta de oportunidades entre 1850 y 1880, mientras que los ingenieros-funcionarios entraron de lleno en el negocio de las academias preparatorias, beneficiándose del control que ejercía cada cuerpo sobre los exámenes de entrada en las escuelas especiales.¹⁰⁴

Fueron sin embargo los ingenieros industriales quienes presentaron y representaron el ideal del ingeniero - profesional liberal por excelencia, y quienes desarrollaron una ética profesional basada precisamente en su independencia del Estado. La carrera de ingeniero industrial fue fundada con el propósito de favorecer el desarrollo de la industria en España y de garantizar la innovación técnica, ambas preocupaciones compartidas por una parte de las élites gobernantes nacionales y regionales desde los tiempos del absolutismo ilustrado.¹⁰⁵ Después de años de dificultades se consolidó la carrera del ingeniero industrial abriéndose los titulados un hueco en el sector privado, sobre todo en las zonas del país con mayor desarrollo industrial, como Cataluña. Durante las primeras décadas de la existencia de la carrera, a los titulados les resultó sumamente difícil obtener el reconocimiento de los dueños de las fábricas y de los propietarios de las grandes compañías, y la enseñanza se convirtió para muchos ingenieros industriales en la única opción laboral de cierto prestigio social que estuviera a su alcance. Los dueños de fábricas y otros “industriales” -de modo parecido a los grandes terratenientes que preferían un administrador de finca labrador a un ingeniero

¹⁰³ Asimismo, Sáenz Ridruejo ha analizado a los ingenieros de caminos que fueron diputados entre 1834 y 1874, llegando a la conclusión de que su dedicación profesional era mayoritariamente ferroviaria y que mostraron interés preferente por las cuestiones relacionadas con el ferrocarril también en sus intervenciones parlamentarias. Analizando el periodo posterior ha determinado que los ingenieros de caminos que fueron diputados se implicaron en promover obras públicas en las provincias que representaron. Fernando Sáenz Ridruejo, “Ingeniería de caminos y canales, también de puertos y faros”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en...*, vol.5, 169-170.

¹⁰⁴ Cuando esta práctica fue prohibida, los ingenieros criticaron la prohibición: “Necrología”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1860), 10.

¹⁰⁵ Estas preocupaciones habían subyacido ya en el proyecto de creación del Gabinete de máquinas. Asimismo aparecen expresadas por Juan López de Peñalver, el promotor del Real Conservatorio de Artes y oficios. Para el Gabinete de máquinas, el estudio más reciente y riguroso es de Irina Gouzévitch, “Le cabinet des machines de Betancourt: à l’origine d’une culture technique de l’ingénieur des Lumières”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 10 (2009), 85-118. Juan López de Peñalver, “De la influencia de la industria en la situación política de las naciones”, *Periódico del Ministerio de la Gobernación de la Península*, 20 de abril de 1823, Tomo 1, Imprenta Nacional, Madrid, el 20 de abril 1823; reproducido en Ernest Lluch (ed.), *Escritos de López de Peñalver*, ICIA/Quinto Centenario/Antoni Bosch/IEF, Madrid, 1992, 251.

agronomo- no veían la necesidad de emplear y pagar bien a un ingeniero “científico”, cuyas demandas no entendían o no querían atender.¹⁰⁶ Como ha mostrado Guillermo Lusa, los ingenieros industriales se emplearon a fondo para crear esta necesidad, para convencer a los “industriales” de su utilidad y valía. En este esfuerzo desplegaron varias estrategias. La más amplia consistía en la campaña por prestigiar la industria en general y en postular su desarrollo como remedio para los males de España. Los ingenieros alabaron el papel del capitalista-industrial y reclamaron el reconocimiento social para los fabricantes, frente al prestigio “excesivo” asociado con los empleados públicos, a los que dibujaron como “mendigos de destinos” o alternativamente como “gremios privilegiados al estilo del Antiguo Régimen”, desmotivados y poco trabajadores. Plantearon un ideal de la industria como un sector productivo por excelencia, oponiéndolo a la -según ellos injustamente prestigiosa- carrera administrativa que sustraía a las personas capaces e inteligentes del sector productivo para amortizarlas en unos cargos poco exigentes y de dudosa utilidad. Además defendieron la necesidad de una educación técnica a todos los niveles, algo que ciertamente contribuiría al reconocimiento de la figura del ingeniero entre los obreros. Asimismo se centraron en prestigiar su propia carrera a través de la labor propagandística, asociándola con la ciencia útil, y también intentando atraer a los hijos de los industriales, quienes se convertirían en directores de la empresa familiar y desde esta posición auparían el renombre de la carrera del ingeniero industrial.¹⁰⁷ En general, los ingenieros industriales formularon, como ya se ha afirmado en otras ocasiones, una visión alternativa de la ingeniería, crítica de la *empleomanía* y del desprecio que sufría la industria frente a la administración. Desde las posiciones del liberalismo radical abogaron en el periodo entre 1850 y 1880 por la supresión de los cuerpos civiles, poniendo en duda incluso uno de los pilares del orgullo corporativo de sus colegas funcionarios, el principio de la antigüedad. Percibido éste como una barrera contra la intervención política por los ingenieros del Estado, los industriales criticaron su efecto desmotivador y postularon el mérito demostrado 1) a través de la oposición entre aquellos que estuvieran en posesión de un título, para los cargos públicos, o 2) a través del título y la selección libre en el mercado, en el sector privado.¹⁰⁸ Sus propuestas consistían, como ya se ha constatado, en la regulación del ejercicio libre de la profesión por una parte, y en el acceso a los cargos en la Administración en igualdad de condiciones con los ingenieros-funcionarios, por otra.

Los años setenta supusieron un punto de inflexión en la consolidación de la ingeniería

¹⁰⁶ Ingenieros Industriales (firman 144), “Causas de atraso de la industria en España”, *La Gaceta industrial*, 172 (1869), 137-140, 173 (1869), 152-155, 174 (1869), 161-163.

¹⁰⁷ Guillermo Lusa Monforte, “Industrialización y educación: los ingenieros...”

¹⁰⁸ Ingenieros Industriales (firman 144), “Causas de atraso de la industria en España”, *La Gaceta industrial*, 172 (1869), 137-140, 173 (1869), 152-155, 174 (1869), 161-163; Guillermo Lusa Monforte, “Industrialización y educación: los ingenieros...”; Gumersindo Vicuña, “Reformas en Fomento y los Arquitectos Provinciales”, *La Gaceta Industrial*, 187 (1869), 318, citado en Manuel Silva y Guillermo Lusa, “Cuerpos facultativos del Estado versus...”, 327,

industrial como carrera y como profesión liberal. A partir de entonces, los titulados lograron integrarse en el sector privado en posiciones destacadas: como dueños, gerentes o empleados de empresas y fábricas de carácter diverso, desde la industria metalúrgica y mecánica (proyectando y construyendo locomotoras, turbinas y máquinas navales, o puentes de hierro), pasando por la industria de alimentación, hasta la química y textil (de conocido predominio en Cataluña). Asimismo entraron como empleados o como contratistas en los sectores del ferrocarril y del gas, o prestaron servicios en distintos sectores como profesionales liberales.¹⁰⁹ Los datos de la Asociación central de ingenieros industriales, analizados por Silva y Lusa, revelan que en 1885 solamente 120 de los 468 miembros de esta asociación nacional estaban al servicio del Estado, mientras el resto trabajaba como profesionales liberales, como asalariados o eran dueños o socios de empresas y compañías.¹¹⁰ En algunos sectores, como el químico, el del gas para alumbrado o el de la electricidad, los ingenieros industriales desempeñaron el papel de pioneros e innovadores, sin hablar de su implicación en iniciativas como fueron la Exposición Universal en Barcelona (1888) o el proyecto del submarino *Ictíneo*.

Las escuelas especiales orientadas a la formación de facultativos al servicio del Estado ofrecían también plazas para alumnos destinados a ser profesionales liberales o asalariados en el sector privado, como fue por ejemplo el caso de la escuela de minas o como fue el planteamiento inicial de la carrera de ingeniero agrónomo, pero el éxito de esta orientación fue reducido: la necesidad de una larga y costosa preparación se combinaba mal con la poca seguridad de que, una vez terminados los estudios, se pudiera conseguir un trabajo prestigioso. Por lo tanto, los que decidían prepararse para el ingreso, preferían generalmente orientar sus fuerzas a convertirse en funcionario. Los que quisieran especializarse en la minería tenían además la posibilidad de salir al extranjero y conseguir formación allí, a veces de forma menos costosa, y las empresas privadas no tenían reparos en contratar a los titulados en el extranjero. Además, para los que optaron por formarse como ingenieros en España, la vía “interna”, la funcional, presentaba numerosas ventajas aunque los graduados tuvieran en mente dedicarse al ejercicio privado, pues como ya se ha afirmado, los ingenieros-funcionarios se beneficiaron de la situación de indefinición o de flexibilidad (licencias otorgadas con benevolencia) de la normativa en cuanto a las incompatibilidades para combinar el trabajo para el Estado con la actividad privada. Alternativamente, aprovecharon los años al servicio del Estado para labrarse una red de contactos e influencias y luego fundar su propia empresa, convertirse en socios o entrar a ocupar puestos de dirección en las compañías existentes de tamaño suficiente como para poder permitirse contar con los servicios de un ingeniero.¹¹¹ De esta forma, los ingenieros de minas dirigieron fábricas y minas,

¹⁰⁹ Véase Ramón Garrabou, *Enginyers industrials, modernització econòmica...*

¹¹⁰ Manuel Silva y Guillermo Lusa, ““Cuerpos facultativos del Estado versus...””, 372-373.

¹¹¹ Véase el caso del ingeniero de caminos Manuel Peyroncelly, estudiado por Carlos Larrinaga, *El ingeniero de*

y participaron en empresas mineras y ferroviarias, igual que los ingenieros de caminos, que además ocuparon puestos de dirección en las compañías relacionadas con el saneamiento urbano.¹¹² Los ingenieros industriales, que no contaban con un cuerpo de funcionarios, se encontraron en una situación de clara desventaja al no disponer del colchón del trabajo garantizado y al no poder ofrecer como parte de su “valor profesional” sus contactos en la Administración. Puede que este fuera uno de los motivos por el que -al no verse satisfechas sus demandas de regulación profesional y de acceso al trabajo público por oposición- los ingenieros industriales ampliaron su estrategia en un contexto en el que el Estado creaba y asignaba espacios de acceso privilegiado a distintas carreras y profesiones. Al final, los ingenieros industriales acabaron solicitando también sus atribuciones propias tanto en la Administración como en el ejercicio privado, llegando a formular la demanda de creación de un cuerpo de funcionarios.

Entre los ingenieros que trabajaron en el sector privado se encontraban numerosos extranjeros. Como ya se ha esbozado en los capítulos anteriores, la difusión del discurso patriótico durante las primeras décadas del siglo XIX llevó a la formulación del principio de exclusividad nacional en lo referido al trabajo en la Administración. El trabajo de un extranjero en instituciones públicas, civiles o militares, empezó a entenderse como una solución temporal y poco deseable a la falta de expertos locales. Entre los últimos expertos de este tipo, que a la vez fueron los primeros en aventurarse en el mundo de la iniciativa privada, citemos por ejemplo al ingeniero Wilhelm Schultz, procedente de Westfalia. Llegó en 1826 por iniciativa de una sociedad minera de la sierra de Gádor y acabó siendo nombrado en 1831 inspector del distrito de Galicia por Fausto Elhúyar.¹¹³ Sin embargo, la victoria del movimiento constitucional confirmó los conceptos de la *patria* y de la *nación* como los principios básicos de la legitimidad del poder y llevó a una consolidación definitiva de las instituciones *públicas civiles*. Alrededor de los 1840, los cuerpos de ingenieros integrados exclusivamente por españoles (aunque muchos tenían antecesores de origen extranjero) lograron establecer un monopolio sobre el empleo ya no solamente en la ingeniería militar, sino

caminos Manuel Peironcely ..., 177.

¹¹² Chastagneret llama la atención sobre la posición particularmente destacada que alcanzaron los ingenieros de minas en Asturias, donde su actividad no se limitó a la dirección de los establecimientos, sino que -apoyándose en su competencia técnica- se involucraron también en la gestión de capital sin proceder de “dinastías de negocios” y llegaron hasta la dirección de las organizaciones patronales, como fue por ejemplo el caso de Jerónimo Ibrán y Mula y la Liga Asturiana de Productores. Chastagneret atribuye esta excepcionalidad (en lo que concierne a los ingenieros de minas) a la debilidad del capital regional y de las estructuras heredadas de las iniciativas de mediados del XIX que “lleva a los ingenieros a asumir una doble función racionalizadora, la técnica y la económica.” La otra razón citada por Chastagneret apoya mi hipótesis sobre la compenetración entre el Estado, las entidades municipales y las compañías privadas: el autor mantiene que la necesidad de protección frente a la competencia británica llevaba al sector minero y metalúrgico asturiano a buscar el apoyo del Estado y, en este esfuerzo, situar en posiciones destacadas a (ex)miembros destacados del cuerpo de minas suponía una clara ventaja. Gérard Chastagneret, *L’Espagne, puissance minière...*, 806-807.

¹¹³ Octavio Puche Riart y Francisco Javier Ayala Carcedo, “Guillermo P. D. Schultz y Schweizer (1800-1877): su vida y su obra en el bicentenario de su nacimiento”, *Boletín Geológico y Minero*, 112 (1, 2001), 105-122; Gérard Chastagneret, *L’Espagne, puissance minière...*, 130-131 y 213.

también en el servicio público civil en áreas como la minería y las obras públicas.

Mientras el Estado se estableció como un coto reservado a los ingenieros españoles en el segundo tercio del siglo XIX, los ingenieros extranjeros ampliaron su presencia en las primeras fases de la articulación del sector privado capitalista. Los trabajos de Jordi Maluquer de Motes, Álex Sánchez y otros investigadores que se dedicaron a los técnicos en la industria catalana o de Olivier Raveux quién estudió a los técnicos ingleses en la industria metalúrgica y mecánica, indican que los ingenieros extranjeros llegaron en números significativos en el segundo tercio del siglo XIX junto con la maquinaria importada por los industriales locales.¹¹⁴ Los grandes proyectos ferroviarios, de minería y de siderurgia supusieron otro incentivo para la llegada de ingenieros extranjeros y de españoles titulados fuera, quienes, dada la escasez de titulados locales, no tuvieron que enfrentarse ni a la competencia local ni a una oposición articulada.¹¹⁵ Los ingenieros de los cuerpos nacionales ocasionalmente manifestaron desconfianza hacia la cualificación de los técnicos foráneos.¹¹⁶ Sin embargo, detrás de estas declaraciones se escondía, en mi opinión, la preocupación por el prestigio de la profesión del ingeniero más que un afán por impedir el trabajo de los extranjeros en el sector privado, ya que los ingenieros del Estado por el momento ni querían ni podían reemplazarlos. Durante la segunda mitad del siglo, las autoridades españolas articularon su preocupación por la autosuficiencia nacional también en el sector privado, postulando la necesidad de formar personas con habilidades técnicas a todos los niveles, para no *depende*r de los estos expertos.¹¹⁷ Fueron especialmente los ingenieros industriales quienes se apuntaron a esta retórica de la sustitución sin compartir, no obstante, la visión de los políticos, quienes pretendían que estos técnicos locales se conformaran con un perfil práctico y no-elitista. Los ingenieros industriales interpretaron la presencia de los ingenieros extranjeros como una *injerencia* que -gracias al establecimiento de la carrera del ingeniero industrial- dejó de ser necesaria.¹¹⁸ La adherencia al discurso de la autosuficiencia resulta lógica dado el hecho de que, a diferencia de sus compañeros al servicio del Estado, los ingenieros industriales sí competían por puestos de trabajo en el todavía poco desarrollado sector privado.

¹¹⁴ Jordi Maluquer de Motes (ed.), *Tècnics i tecnologia en el desenvolupament de la Catalunya contemporània*, Enciclopèdia Catalana, Barcelona, 2000. Olivier Raveux, “El papel de los técnicos ingleses en la industria metalúrgica y mecánica del norte del Mediterráneo (1835-1875): una primera aproximación,” *Revista de Historia industrial*, 6 (1994), 143-161.

¹¹⁵ Véase por ejemplo el caso de los ingenieros belgas en la minería asturiana durante los años 1830, Gérard Chastagneret, *L’Espagne puissance minière...*, 131.

¹¹⁶ Francisco Milla, “Proyectos empíricos y proyectos facultativos,” *Revista de Obras Públicas*, 3, (1853), 29-33.

¹¹⁷ El análisis de las preocupaciones y nociones que subyacieron en la creación de la enseñanza técnica orientada hacia el sector privado en José Manuel Cano Pavón, *Estado, enseñanza, industrial y capital humano...*

¹¹⁸ Ejemplos citados en Guillermo Lusa Monforte, “Industrialización y educación: los ingenieros...”

Las empresas extranjeras que entraron de forma masiva en la economía española durante el último tercio del siglo XIX, fueron otra de las vías de entrada para los expertos extranjeros, quienes fueron importados directamente como empleados, actuaron como representantes de productores de maquinaria, o eran dueños o socios de las empresas. En algunos casos, los ingenieros foráneos tenían poco contacto con sus compañeros locales, y formaron auténticas colonias con otros empleados de su país, sobre todo cuando su lugar de desempeño profesional era un lugar aislado con poca vida social que considerasen de su nivel, como pudo ser el caso de las minas (Río Tinto).¹¹⁹ Sin embargo, en otras ocasiones se estableció una simbiosis entre los facultativos locales y extranjeros, de la que se beneficiaban ambas partes. Para interpretar esta segunda pauta, recordemos el monopolio que los ingenieros graduados en las escuelas especiales en España lograron establecer sobre el trabajo facultativo en la Administración central. Este hecho tuvo su repercusión también en el sector privado. A pesar del peso decisivo de compañías con capital predominantemente extranjero en muchos sectores vinculados con la ingeniería, como por ejemplo la minería o el ferrocarril, los ingenieros españoles consiguieron al menos a partir de los 1880 crear una situación en la que contar con ellos beneficiaba al negocio. Mientras los ingenieros graduados en las escuelas vinculadas a los cuerpos del Estado ofrecían contactos valiosos en la Administración, los ingenieros industriales ofrecían sus conocimientos del entorno local y sus contactos a este nivel. En este contexto, los responsables de las empresas con el capital mayoritariamente extranjero entendieron que contar con los ingenieros españoles como sus socios o entre sus empleados facilitaría las cosas en cuanto a la negociación con la Administración y proporcionaría contactos con las élites locales. Asimismo muchos de los ingenieros extranjeros que después de entrar como empleados y hacerse una idea sobre el funcionamiento del mercado local, decidieron establecerse en España fundando una empresa o como profesionales liberales, se aliaron con estos expertos locales uniendo sus fuerzas, sus redes de contactos y su *know-how*. En ocasiones se formaron de esta manera lazos no solamente transnacionales, sino también transfronterizos, que sirvieron a la vez como vías de circulación de conocimientos y de tecnología.¹²⁰ La segunda revolución industrial, que se caracterizó por el despliegue de tecnología compleja cuya apropiación y adaptación requería un conocimiento especializado, impulsó la llegada de una nueva oleada de técnicos extranjeros (a la vez que aumentó la salida organizada o a nivel individual de los españoles para formarse fuera). A principios del XX,

¹¹⁹ Para la explotación británica de las minas de Río Tinto, véase David Avery, *Not on Queen Victoria's Birthday. The Story of the Rio Tinto Mines*, Collins, Londres, 1974.

¹²⁰ Algunos ejemplos de tal colaboración internacional en España o a través de las fronteras se pueden observar en las solicitudes de los privilegios reales: Exp. 5748 – Adolf Bleichert, ingeniero de Leipzig y Eugenio Bourson, vecino de Bilbao (posiblemente también extranjero) e ingeniero, solicitaron el privilegio real para un sistema perfeccionado de tranvía aéreo Bleichert-Bourson, 1877. Dieron poder para la tramitación al ingeniero Sandalio de Garbiso de Madrid. Otro ejemplo: Exp.5073 – Leandro Megg, José Echevarría, Félix Bazán, todos ingenieros vecinos de París, solicitaron el privilegio para un sistema de embrague-frenos de resortes, 1873. Su representante era Jacobo González Arnao, inspector general del cuerpo de ingenieros de caminos, canales y puertos, vecino de Madrid. Leandro Megg era natural de St. Michel près (F)orcalquier, Bajos Pirineos y era ingeniero civil.

trabajaron en el sector privado de la península además de ingenieros de origen español y portugués también decenas de ingenieros franceses, ingleses, alemanes, belgas, austríacos y de otros países.

Tanto los ingenieros españoles como los extranjeros destacaron en España como inventores e importadores de tecnología. Los privilegios reales y, más adelante, las patentes son un testimonio sobre la iniciativa privada de los ingenieros y sobre su contribución a la innovación científico-tecnológica en España y a nivel general. En realidad, los privilegios reales y las patentes concernían a los ingenieros decimonónicos de dos maneras complementarias: primero, figuran como inventores e importadores, tal como ya se ha constatado, y segundo, como evaluadores, ya que los ingenieros al servicio del Estado, en concreto los que trabajaron en el Real Conservatorio de Artes y más adelante en el Real Instituto Industrial, se ocuparon de gestionar las solicitudes de los privilegios reales (1826-1878) o, a partir del 1878, de las patentes. Además, la tarea de examinar y ensayar los inventos/procedimientos y elaborar un informe sobre su valía fue encargada en numerosas ocasiones a agencias privadas, creadas por ingenieros, como fue por ejemplo el caso de la agencia madrileña de ingenieros industriales Merly, Serra y Sivilla, que aparece en varios expedientes.¹²¹ En otros casos, fueron los ingenieros al servicio activo del Estado quienes evaluaron los procedimientos o los inventos relacionados con su especialidad (se dan casos de ingenieros de minas evaluando la solicitud de sus compañeros del cuerpo).¹²²

Habiendo analizado en detalle los privilegios reales y habiendo hecho una aproximación a las patentes, me atrevería a apuntar varias conclusiones. En primer lugar, entre los que se identifican como ingenieros, dos especialidades aparecen con predominancia apabullante: los ingenieros de minas y los ingenieros industriales.¹²³ Los ingenieros extranjeros, residentes en España o en el extranjero, aparecen con cierta frecuencia, generalmente junto con un socio español.¹²⁴ Los inventos estaban a menudo vinculados con el trabajo del solicitante: así el jefe de sección del Ferrocarril de

¹²¹ *AH de la OEPM*, Privilegios reales, exp. 5574 y exp. 5311.

¹²² *AH de la OEPM*, Privilegios reales, exp. 2233 y exp. 4580 – Eloy de Cossío, ingeniero de minas (“ingeniero del Cuerpo de minas” en 4580), residente en Madrid solicita el privilegio para un procedimiento para mejorar el beneficio de los minerales de cobre (ambos expedientes), año 1861. El informe sobre la solicitud lo elaboró otro ingeniero de minas, director de las minas de Río Tinto.

¹²³ El análisis de los expedientes y sobre todo la cuantificación de los datos es de suma dificultad, ya que en muchos no consta la profesión, y cuando este dato aparece, a menudo nos encontramos con autodefiniciones como “ingeniero civil” sin especificar la especialidad, lo que indicaría con mayor seguridad de que se trataba de un ingeniero titulado. Sin embargo, entre los 97 expedientes de privilegios reales en los que al menos uno de los solicitantes se identifica como ingenieros (o semejante), aparecen con cierta frecuencia solamente dos especialidades de ingenieros, los de minas y los ingenieros industriales.

¹²⁴ La predominancia de los ingenieros industriales se explica tanto por su formación y actividad especializada en la mecánica o en la química -campos particularmente propicios para la invención-, como también por el peso que tenían entre los industriales aquellos que ejercían en el sector privado. Para los ingenieros de minas también valdría la primera razón citada, mientras sólo podemos especular sobre las posibles influencias del aislamiento de estos inventores en recintos mineros que ofrecían poca distracción de otro tipo. En cuanto al lugar de residencia, dominan de forma abrumadora los ingenieros residentes en Madrid y Barcelona, aunque las provincias vascongadas, Andalucía y las ciudades del Levante también están representadas, además de París.

Córdoba patenta una “traviesa metálica para vías férreas”¹²⁵ o un ingeniero industrial arrendatario de la Real Fábrica de Cristales solicita el privilegio para un nuevo sistema para la fabricación de cristales.¹²⁶ Esta afirmación es especialmente cierta para los ingenieros de minas al servicio activo del Estado, quienes, por cierto, no dudaron en especificar su rango en el escalafón y la función que desempeñaban.¹²⁷ Los industriales aparecen como inventores de aparatos y procedimientos destinados al uso en la industria alimentaria (junto con algunos ingenieros agrónomos y con los agrimensores), tabacalera y textil, además de tener una presencia dominante en campos generalmente bien representados como la producción de maquinaria, armas, y de material ferroviario y la industria metalúrgica. Los ingenieros industriales y de minas ocasionalmente empezaron su andadura como inventores siendo todavía alumnos de la escuela especial, lo que podría apuntar a que fueron incentivados en este sentido por los profesores, que, a su vez, también figuran entre los solicitantes.¹²⁸ En general, los privilegios reales y las patentes dejan entrever la voluntad por parte de los ingenieros de convertir su capacidad técnica en dinero. Así, los ingenieros aprovechan sus cargos oficiales para introducir procedimientos relacionados con las tareas desempeñadas, se benefician de sus estancias en el extranjero para aliarse con ingenieros locales, y buscan socios entre los fabricantes e incluso entre los artesanos para hacer real su privilegio/patente de invención o de introducción.

La práctica profesional de los ingenieros en el sector privado no fue regulada durante la mayor parte de la época analizada. Para reforzar su posición, los ingenieros que no contaban con el apoyo de un cuerpo de funcionarios optaron por el asociacionismo. Las asociaciones profesionales encarnan el ideal de la sociabilidad característico de la modernidad, basado en que los individuos se unen por su voluntad en condiciones de igualdad, en lazos de tipo asociativo donde las asociaciones extraen su legitimidad de la voluntad de los asociados.¹²⁹ Las asociaciones, que se constituyeron en España con graduados de las escuelas especiales, representaron para los ingenieros agrónomos y

¹²⁵ *AH de la OEPM*, Privilegios reales, exp. 5454.

¹²⁶ *AH de la OEPM*, Privilegios reales, exp. 4007 – Luis Quintanilla, ingeniero industrial, residente en El Real Sitio de San Ildefonso, arrendatario de la Real Fábrica de Cristales que allí se encuentra, nuevo sistema para la fabricación de cristales, año 1864-1865.

¹²⁷ *AH de la OEPM*, Privilegios reales, exp. 5216 – Joaquín Izquierdo y Cutayar, ingeniero jefe del Cuerpo nacional de minas, jefe de la provincia de Granada, vecino de Granada, aparato de destilación con aplicación a los minerales de mercurio, 1874; exp. 2118 y 2788 – Carlos María de Otero, ingeniero jefe de 2da clase (figura en exp. 2788) del Cuerpo nacional de Minas, vecino de Santander, 2118- horno para calcinar calaminas, año 1860, exp. 2788, un sistema de construcción económica de plantas con techos, suelos y cubiertas incombustibles, en general y “más particularmente a talleres, cuarteles para clases obrera y militar y a almacenes, depósitos de comercios, mercados...”, 1863.

¹²⁸ *AH de la OEPM*, Privilegios reales, exp. 5201 – Horacio Bentabol y Ureta, alumno de la Escuela especial de ingenieros de minas, vecino de Madrid, solicita el privilegio real para un nuevo sistema de fusil, 1874.

¹²⁹ François-Xavier Guerra, *Modernidad e Independencia. Ensayos sobre las revoluciones hispánicas*, MAPFRE/FCE, Madrid/México, 1993, 90-92. Existen asimismo los colegios profesionales (en España se crea el primero a mediados del XX) que, aunque en algunos casos surgieron originalmente desde el asociacionismo voluntario, llegan a constituirse en corporaciones de derecho público. En otros contextos, como en España, son establecidos directamente como tales, trasladándoles la Administración algunas atribuciones vinculadas con el control del acceso al ejercicio de la profesión.

sobre todo para los industriales una plataforma de debate. También aspiraron a servir como portavoz de sus asociados y de la profesión en general en la palestra pública e incluso como interlocutores del Gobierno y de los particulares cuando de los encargos profesionales se tratara. El apoyo mutuo extra-profesional representaba sólo una función marginal.¹³⁰ Durante la segunda mitad del siglo XIX figuraron entre las reivindicaciones principales de las asociaciones la regulación profesional en el sector privado y el acceso más fácil de los ingenieros sin cuerpo a los puestos en la Administración, o, directamente, la creación de un cuerpo propio.

Los ingenieros procedentes de las escuelas orientadas hacia la formación de funcionarios no sintieron durante mucho tiempo la necesidad de asociarse, ya que sus órganos corporativos les parecían más que suficientes para la defensa de sus intereses (el intento en 1865 de fundar un Instituto de ingenieros civiles fracasó). La situación cambió a principios del siglo XX en el contexto de la búsqueda de una voz única de la ingeniería, que se basara en el espíritu de “la fraternidad que todos deseamos entre todos los ingenieros”.¹³¹ Este nuevo sentimiento, o mejor dicho, este deseo de plasmar la visión unitaria de la profesión en instituciones, surgió de la combinación de varios factores. Entre ellos están 1) la experiencia conjunta de la Escuela preparatoria que acercó a los jóvenes ingenieros tanto físicamente como a nivel de conocimientos y de discurso científico-profesional, 2) la pérdida, aunque solamente relativa, de la posición exclusiva de los ingenieros del Estado entre las élites científicas, burocráticas y sociales frente a la proliferación y consolidación de nuevos grupos, y 3) el crecimiento del número de ingenieros egresados de las escuelas vinculadas a los cuerpos, quienes, sin embargo, no entraron al servicio del Estado. Puede que tuvieran cierto papel también el impulso regeneracionista y el ejemplo de la renovación científico-tecnológica a nivel mundial, vinculada con la segunda revolución industrial. En fin, con ayuda de banquetes de confraternización, las delegaciones de los ingenieros del Estado decidieron la fundación de un Instituto de ingenieros civiles, casi cuarenta años después del primer intento. Incluso este aparente triunfo de la unidad profesional frente a las particularidades corporativas fue marcado por la división entre los industriales por una parte, y las ingenierías con cuerpo propio por otra.¹³²

La posición específica de los ingenieros industriales como los grandes representantes de la ingeniería como profesión liberal no les enfrentó solamente con los ingenieros-funcionarios. De hecho, el mayor reto consistía en labrarse un espacio en la industria, en convencer a los industriales

¹³⁰ “Estatutos de la Asociación de Ingenieros Industriales (aprobados por Real Orden del 24 de diciembre de 1861-9”, *La industria*, 1 (1862), 1; citado en Manuel Silva y Guillermo Lusa, “Cuerpos facultativos del Estado versus...”, 344. Los avatares de las asociaciones de los ingenieros industriales han sido estudiados ibidem y en Guillermo Lusa Monforte, “¡Todos a Madrid!...”, 3-43 y “Alarma en Barcelona: el traslado a Madrid...”, 119-190.

¹³¹ Román Oriol, “Fraternidad entre todos los ingenieros”, *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería*, 1537 (1895), 148.

¹³² Francisco Villacorta Baños, *Profesionales y Burócratas...*, 117-125.

de que contar con los servicios de un ingeniero industrial les podía ser útil y que el beneficio superaría los costes. Algo clave teniendo en cuenta que -a diferencia de compañías mineras o ferroviarias- una parte importante de la producción industrial estaba organizada en establecimientos de tamaño pequeño o mediano. Como ha señalado Lusa, a la vez que desarrollaron todo tipo de estrategias para convencer de su utilidad a los capitalistas industriales, los ingenieros industriales se preocuparon por ganarse también a los obreros, inculcándoles el respeto por la ciencia e involucrándoles en la práctica innovadora. Desde muy temprano se ocuparon de la enseñanza técnica para operarios, prácticamente abandonada por el Estado, ofreciendo clases nocturnas y cursos finalizados con la obtención de vistosos diplomas.¹³³ Para los ingenieros industriales del siglo XIX, la educación de los obreros representaba una manera de cultivar al proletariado, de hacerlo partícipe subalterno de su visión de la industria científico-tecnológica, y también de alejarlo del socialismo, considerado como peligroso. En esta configuración, los ingenieros se percibían, como han apuntado Garrabou y Lusa, como puente entre los capitalistas y los obreros.¹³⁴

La situación fue distinta en las minas que estaban en manos de sociedades particulares. Los ingenieros a menudo ejercían un dominio casi feudal sobre los obreros. Dado el aislamiento de los recintos mineros, se formaron comunidades dominadas por el ingeniero-director de la mina, que no se limitaba a asegurar la buena marcha del trabajo, sino que imponía las normas morales como un patriarca, disponiendo de un gran poder sobre todos los aspectos de la vida de los obreros. El ingeniero pretendía no solamente organizar el trabajo de los obreros mineros, sino también su tiempo libre, afirmando que “aquí no queremos obreros viciosos, sino obreros que se ocupen única y exclusivamente en el cumplimiento de su deber y del cuidado de sus familias.” Citemos un caso concreto: cuando la Comisión de reformas sociales pidió al ingeniero de minas Mariano Zuaznávar, director facultativo del establecimiento minero de Orbó, propiedad de la sociedad Esperanza de Reinos, datos para la mejora de las condiciones de los obreros, el ingeniero se mostró hostil frente a lo que consideraba una intromisión en su territorio.¹³⁵ Se negó rotundamente pedir datos a los obreros o hacerles firmar los informes requeridos, manteniendo que él era “la autoridad única, inapelable, delegada de la Dirección general de la Sociedad”. En su informe proclamó con orgullo que mientras se proveía a los obreros de ciertos servicios para garantizar su buena salud y se garantizaba su seguridad laboral, “no se permite que se expendan bebidas los días festivos ni se tolera el juego ni el baile, sino en condiciones determinadas y bajo la vigilancia siempre paternal del

¹³³ Guillermo Lusa Monforte, “La Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en...*, vol. 5., 371-373 y “Industrialización y educación: los ingenieros...”; Ramón Garrabou, *Enginyers industrials, modernització econòmica...*, sobre todo 225-306.

¹³⁴ En términos materiales, los ingenieros industriales se encontraron en una posición específica dentro de la industria, al ejercer con frecuencia como profesionales liberales. No obstante, desde los finales del siglo XIX se desarrolló una tendencia hacia la asalarización.

¹³⁵ Mariano Zuaznávar, “Informe del Ingeniero Jefe de las minas de Orbó”, en *Reformas sociales. Información...*, vol. 5, 533-538.

Ingeniero y sus empleados”. En vez de bailes indebidos, los obreros mineros, reducidos a un estado de infancia permanente, fueron obligados a escuchar al ingeniero Zuaznávar tocar el órgano en todos los días solemnes. Estas sesiones musicales no surtieron mucho efecto, ya que según el ingeniero los obreros eran “refractarios en absoluto: no hay uno solo que tenga oído y el ritmo de sus tonadas es monótono y absurdo. Las tonalidades salvajes”. Otra prueba de la irremediable inferioridad de los obreros era su desinterés por los asuntos públicos y su inclinación hacia el consumo desmesurado de vino, sin relación aparente con el hecho de que la jornada laboral dentro de la mina era de 12 horas diarias y fuera de la mina de sol a sol, y que el trabajo impedía asistir a la escuela a los niños y a los adultos, ya que a pesar del fervor religioso del ingeniero se trabajaba “por lo menos la mitad” de los domingos del año. En fin, el ingeniero se mostraba más que satisfecho de su pequeña comunidad en la que reinaba el orden, el trabajo y la piedad, en la que no existía “la separación ni adulterio y el matrimonio es el estado natural y perfecto, sin que ocurran escándalos en las relaciones entre los cónyuges”. La placidez de la vida en el recinto minero sólo era perturbada por los elementos discordantes venidos de fuera, fueran operarios procedentes de la ciudad que pronto se iban al estar allí “fuera de su centro” o por *comisiones cualquiera* empeñadas en romper el equilibrio natural con sus preguntas improcedentes. El ilustre ingeniero consideraba “una grave perturbación en el régimen y disciplina del establecimiento el que una Comisión cualquiera viniese a practicarla oyendo a los operarios. Si en otros centros industriales es una dolorosa necesidad la de atender al mejoramiento de la clase obrera, aquí todos viven contentos y felices, trabajando con salud, educando a sus hijos y ahorrando pequeñas sumas para su vejez.” ¿Es de sorprender que muchas compañías organizaran guardias de seguridad e incluso financiaron el establecimiento de cuarteles de la Guardia civil en los recintos mineros para sofocar en las raíces los movimientos sociales?¹³⁶

3. Los ingenieros y la circulación del conocimiento

A pesar no acercarse este trabajo a los ingenieros desde el punto de vista de la historia de la ciencia y la tecnología, trataré brevemente la aportación de este grupo profesional a la producción, circulación y apropiación de conocimientos dentro y más allá de la ingeniería. En esta tarea resulta fundamental no limitar la interpretación de la actividad de los ingenieros españoles a un contexto estrechamente nacional: aunque con pautas distintas, su actividad científico-tecnológica siempre tuvo una dimensión global. En el contexto de la República de Letras ilustrada, los

¹³⁶ Para las medidas de seguridad de este tipo en los recintos mineros, véanse las referencias en Gérard Chastagneret, *L'Espagne puissance minière...*, 865-866.

personajes relacionados con la ingeniería en España a finales del siglo XVIII y comienzos del XIX se movían como peces en el agua entre los *savants* del mundo, gozando algunos, como Agustín Betancourt o José María Lanz, del reconocimiento de sus pares en otras ciudades europeas. Estos hombres eran auténticos ciudadanos de dicha República de Letras y desarrollaron su actividad en varios países. Mencionemos la actividad inventora de Betancourt, a menudo en colaboración con los hombres de ciencia procedentes de otros países europeos, que culminó con la memoria sobre la máquina de vapor de doble efecto, con el prototipo del telégrafo óptico y con varias máquinas de uso industrial. El libro sobre la mecánica, escrito por Lanz y por el canario, fue utilizado durante muchos años como libro de texto en la *École Polytechnique* y fue traducido al inglés y al alemán.¹³⁷ Los hermanos Elhúyar, promotores de la ingeniería de minas tanto en la península como en las colonias americanas, eran a la vez especialistas en mineralogía y química, destacados por su descubrimiento de wolframio y por sus aportaciones al uso de la química en la minería. Asimismo cabe destacar el trabajo de los marinos en general y de los ingenieros navales, de amplia relevancia. Estas afirmaciones no son incompatibles con la identificación de la posición dependiente (o semi-periférica) a la que había sido relegado el Imperio español durante el siglo XVIII en el campo de las ciencias. Como ya se ha constatado en los capítulos anteriores, los gobernantes interiorizaron la idea del atraso e incentivaron una serie de políticas orientadas hacia la puesta al día y la autosuficiencia. Desde esta lógica se entienden otras aportaciones de los ingenieros-*savants* mencionados, como puede ser el Gabinete de máquinas creado a instancia de las autoridades por Betancourt, López de Peñalver y varios maestros artesanos, con el propósito de divulgar entre los industriales españoles las innovaciones utilizadas en otros países. Incluso en este caso, sin embargo, la transferencia del conocimiento se combinó con la producción original, ya que los creadores añadieron sus propios inventos a la colección.

El siglo XIX está marcado por la *nacionalización* y la *institucionalización* de la ingeniería española, y también de la producción científico-tecnológica de los ingenieros. Para explicar en qué consistía esta nacionalización, me remito a la definición de Lafuente y López-Ocón, según los cuales se trata de un “*proceso por el que se jerarquizan los problemas y los objetivos, lo que se concretiza en la creación de instituciones en las que los actores se organizan y se coordinan gracias a las redes de transfer, según tres fuentes....de las que obtienen su legitimidad: la académica (...), política (...), y social.*”¹³⁸ Desde una posición caracterizada por la existencia de

¹³⁷ *Programme du cours élémentaire des machines, pour l'an 1808, par M.Hachette ; Essai sur la composition des machines, par MM. Lanz et Betancourt*, Imprimerie impériale, París, 1808. Euardo L. Ortiz, “José María de Lanz and the Paris-Cadiz axis”, en Irina Gouzévitch y Patrice Bret, *Naissance d'une communauté...*, 56-77. Véase también Maxime Gouzévitch, “Aux sources de la thermodynamique ou la loi de Prony/Betancourt”, *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 10 (2009), 119-147.

¹³⁸ Antonio Lafuente y Leoncio López-Ocón, “Le transfert des pratiques scientifiques et techniques dans le contexte de la science monde”, en Irina Gouzévitch y Patrice Bret (eds.), *Naissance d'une communauté...*, 10.

unas instituciones nacionales consolidadas, los ingenieros fueron integrando durante la segunda mitad del siglo XIX en una comunidad científico-tecnológica ya no *transnacional*, sino más bien *internacional*, a la que se accedía preferentemente mediante las estructuras y las instituciones nacionales. La actividad científico-tecnológica de los ingenieros españoles en el segundo y el último tercio del siglo XIX consistía en su mayor parte en contribuir a la recepción y apropiación de los conocimientos, técnicas e inventos. De esta forma los ingenieros militares y de caminos introdujeron en España las últimas tendencias en las matemáticas y en la mecánica, y los ingenieros agrónomos desarrollaron una labor propagandística orientada a la mecanización de los trabajos agrícolas, como también al uso de la química en la agricultura.¹³⁹ Asimismo procedieron los ingenieros a la adaptación creativa y, por lo tanto, a la ampliación y redefinición de los cuerpos de conocimiento constituidos ante todo fuera de las fronteras de España. Citemos el ejemplo de los ingenieros de montes quienes no solamente desempeñaron un papel clave en la recepción y apropiación de la “ciencia forestal” de origen predominantemente centroeuropeo, sino que en su afán de adaptarla a las condiciones climáticas del país desarrollaron dicha “ciencia forestal” integrando sus observaciones y su investigación sobre el bosque subtropical, una *apropiación* y *nacionalización* que más adelante iban a contribuir a que la ciencia forestal ampliara su dimensión transnacional y pudiera ser implantada satisfactoriamente en otros países con similar clima.¹⁴⁰ Tampoco debemos obviar la actividad inventora y la introducción de inventos y procedimientos, especialmente por parte de los ingenieros industriales y de minas, analizada en la sección anterior.

A finales del siglo XIX y durante los primeros años del XX, la actividad de los ingenieros se caracterizó por una marcada tendencia burocratizadora que, sin abarcar el colectivo en su integridad, sí tuvo una amplitud notable sobre todo en los cuerpos del Estado de mayor trayectoria. Esta burocratización se plasmó también en la disminución de la intensidad en la producción científica, como demuestran las investigaciones de Casals sobre los ingenieros de montes. También los ingenieros militares y de caminos fueron perdiendo su liderazgo en las matemáticas a favor de la universidad, cuyo nivel tanto despreciaron durante el segundo tercio del siglo XIX.¹⁴¹ La burocratización de la ingeniería no era un fenómeno exclusivamente español, sino que se dio también en otros países con una organización profesional similar, como por ejemplo Francia. Belhoste y Chatzis han destacado el hecho de que mientras los ingenieros del Estado siguieron

¹³⁹ Elena Ausejo, “Quarrels of a Marriage of Convenience...”; Mariano Hormigón, “Las matemáticas en España en el primer...”, 253-282, Santiago Germa, “Cultura matemática en la España...”, 114-115. Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología...* Para un ejemplo de ingenieros militares como promotores de innovación tecnológica: “Telegrafía militar”, *Memorial de Ingenieros*, 3 (1875), 21-22: “...En las batallas campales, en los sitios de plazas, en las marchas estratégicas y hasta en las tácticas en un día de combate, la utilidad de la telegrafía es indudable y universalmente reconocida. Todo, pues, lo que se refiera a simplificar o aumentar su conocimiento, es una obra útil y necesaria, y en ese concepto, las ligeras noticias siguientes merecen ser conocidas...”

¹⁴⁰ Vicente Casals Costa, *Los ingenieros de montes en...*

¹⁴¹ Mariano Hormigón, “Las matemáticas en España en el primer...”, 253-282; Vicente Casals Costa, *Los ingenieros de montes en...*, 249-279.

reivindicando su papel como representantes de la ciencia, en la práctica las tareas burocráticas fueron ocupando cada vez mayor lugar en su actividad cotidiana, en detrimento de la tecnología y de la ciencia.¹⁴²

Cabe destacar que los ingenieros españoles siguieron siendo actores de la producción e innovación científico-tecnológica, como atestigua el papel de los ingenieros de caminos en la introducción y la defensa del uso del hormigón armado o el protagonismo de los ingenieros industriales en la segunda revolución industrial y la proliferación de patentes. Las ingenierías de consolidación más lenta y/o más reciente, como la agronómica y la industrial, intentaban demostrar su legitimidad importando y creando innovaciones *útiles*, es decir, de aplicación inmediata en la agricultura y en la industria. Como se ha constatado en el capítulo *La formación de los ingenieros*, la sensación finisecular de estancamiento plasmada pronto en la crítica de los contenidos de la educación de los ingenieros acabó transformándose en un impulso renovador que reorientó la formación, dándole un perfil algo más práctico, pero sobre todo orientado hacia la investigación y experimentación en el laboratorio. Asimismo, como empleados públicos o como profesionales ejerciendo en el sector privado, los ingenieros participaron de forma decisiva en la expansión del uso de la electricidad, en la introducción del alumbrado de gas en las ciudades españolas, en la proliferación del uso de los productos químicos en la agricultura y en la industria y en el abastecimiento del agua, haciendo presente la tecnociencia en la vida cotidiana de las masas, sobre todo de los habitantes de las urbes. En aquella época, los ingenieros, que habían perdido su posición hegemónica en cuanto a la representación de la ciencia, contribuyeron de manera más que significativa a la integración de España en esta gran transformación que se suele denominar la segunda revolución industrial.¹⁴³

Antonio Lafuente y Leoncio López-Ocón, desarrollando las teorías de Michel Callon, señalan el hecho de que la circulación mundial de estos conocimientos se llevó a cabo mediante las redes de comunicación científica.¹⁴⁴ En cuanto a las redes de distribución de objetos científico-tecnológicos, identifican tres tipos, según el público al que están dirigidos: 1) redes de corresponsabilidad que conectan los científicos con sus compañeros, 2) redes de patrocinio que ligan a los científicos con los poderes políticos y económicos, y 3) redes de popularización que unen a los científicos con los ciudadanos. Antes de proceder a analizar las redes de circulación del

¹⁴² Bruno Belhoste y Konstantinos Chatzis, “From Technical Corps to Technocratic...”, 222.

¹⁴³ Para los agrónomos, Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología*, 282-283. Los ingenieros industriales y de minas contribuyeron a la segunda revolución industrial en España sobre todo en el campo de la química, como también en la implementación de nuevas tecnologías en la vida cotidiana en las urbes. Citemos el caso de Juan Urrutia Zulueta (1866-1925), un ingeniero de minas que combinó las facetas de técnico y de capitalista en el campo de la producción de energía eléctrica (los saltos de agua), fundando en 1901 la Hidroeléctrica Ibérica, precursora de Iberdrola.

¹⁴⁴ Michel Callon (ed.), *La science et les réseaux. Genèse et circulation...* Antonio Lafuente y Leoncio López-Ocón, “Le transfert des pratiques scientifiques...”, 9. Esta propuesta será aplicada de forma más sistemática en el *Capítulo comparativo: A las dos orillas el Mediterráneo*.

conocimiento integradas por los ingenieros españoles, hay que precisar que estos tres tipos de redes aparecen a menudo inseparables, entrelazados entre sí. Por lo tanto, más que ofrecer la descripción de una división neta en tres redes separadas, los siguientes párrafos constituyen una aproximación intuitiva a estas tres dimensiones de circulación de conocimientos.

Como ya se ha constatado, a finales del siglo XVIII y a principios del XIX, las redes de comunicación entre pares tenían una marcada dimensión transnacional. Las relaciones personales, de maestro-aprendiz, de compañeros, de amigos e incluso de familia, cumplían un papel que -conforme fue avanzando el siglo XIX- fueron ocupando las instituciones nacionales, y más tarde también las internacionales. La creación de las instituciones nacionales propiamente dichas dentro de la instrumentalización de la tecnociencia por parte del Estado, creó espacios propicios para la proliferación de redes de carácter nacional, como cuerpos de funcionarios, escuelas, y oficinas provinciales y de distrito, e indirectamente fomentó también la configuración de espacios impulsados por la iniciativa privada como las asociaciones, las asambleas nacionales de ingenieros y las revistas profesionales, o actos como los banquetes de confraternización. Las redes de circulación entre pares podían tener una vertiente jerárquica, como por ejemplo las relaciones entre profesores y alumnos, entre superiores y subordinados, pero también una dimensión horizontal, como las relaciones entre los alumnos de una promoción, entre compañeros-redactores de un periódico profesional o entre los integrantes de una asociación de ingenieros.

A partir de la segunda mitad del siglo XIX, fue ante todo a través de las instituciones nacionales como los ingenieros entraban en contacto con sus compañeros de otros países, lo que indica un cambio desde la circulación *transnacional* de la época ilustrada hacia una dimensión *internacional* de la transmisión del conocimiento. Esta nueva configuración se caracterizaba por nuevos espacios de intercambio y de sociabilidad entre pares, como fueron los congresos. Destaquemos en este lugar el Congreso internacional de ingeniería organizado en Barcelona en 1888, en el que desempeñaron un papel clave los ingenieros industriales.¹⁴⁵ Las revistas profesionales anunciaban las asambleas y los congresos nacionales organizados en distintos países, sobre todo europeos, y los ingenieros españoles acudían a estos eventos para confraternizar, para intercambiar conocimientos y para luego publicar informes sobre ellos en las revistas españolas. Asimismo se regularizó el intercambio de las revistas profesionales a nivel inter-nacional y también la publicación, con el debido permiso, de algunos artículos relevantes en las revistas homólogas, así como la correspondencia oficial entre las academias de ciencia nacionales.¹⁴⁶ La creación de la Junta

¹⁴⁵ Guillermo Lusa Monforte, “La Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en...*, vol. 5, 371.

¹⁴⁶ Elena Ausejo, “La enseñanza de las ciencias exactas...”, 529-530; El cuerpo de ingenieros se mantenía al día a través de una biblioteca actualizada y de la correspondencia con ingenieros militares extranjeros. *Memorial de ingenieros*, 12 (1857), 472-499. La biblioteca estaba suscrita, por ejemplo, a la *Revue des Ponts et Chaussées*, a la *Revista de Obras Públicas* y a la *Revista Minera*.

para Ampliación de Estudios (1907) supuso un impulso clave a la circulación de personas y conocimientos y la mayor integración en la ciencia-mundo de la ingeniería española, diferenciándose del *grand tour* ilustrado y del envío de pensionados en el pasado en general por su enfoque más preciso y por su forma institucionalizada y sistemática.¹⁴⁷

Desde su fundación en 1847, la Real Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales se convirtió en una plataforma de transmisión de conocimientos, como también del fomento de la producción científica a través de concursos y premios, con resultados más bien modestos en el siglo XIX. Ser miembro de la Academia constituía a la vez una manera de reafirmar el prestigio social para los ingenieros civiles y militares, como individuos y como grupo profesional. Los ingenieros estuvieron presentes de forma más que sustancial, constituyendo el grupo socio-profesional más representado. Ante todo destaca la presencia de los grandes cuerpos del Estado: los ingenieros de caminos, de minas y del Ejército. En este punto cabe recordar la llamativa contribución de varios ingenieros (el militar A. Remón Zarco del Valle y los ingenieros de caminos Lucio del Valle y José Echegaray) a la famosa polémica de la ciencia española, destacando sobre todo el combativo y crítico reto lanzado por Echegaray.¹⁴⁸ Encontramos a los ingenieros también ocupando un lugar significativo en la trayectoria de otras disciplinas académicas, relacionadas de forma menos obvia con el desempeño profesional de los ingenieros. Así podemos apreciar el papel pionero de algunos ingenieros de minas, sobre todo de Lucas Mallada y Pueyo, en los comienzos de la paleontología española, o mencionar los trabajos históricos sobre las calzadas romanas del ingeniero de caminos y erudito Eduardo Saavedra. Fuera del marco de este trabajo quedan los logros de los ingenieros en campos que nada tenían que ver con su formación profesional, como las valiosas investigaciones arabistas del ya mencionado Saavedra o las premiadas obras de teatro de José Echegaray, pudiendo servirnos estos ejemplos al menos como prueba de que a pesar de la retórica que predicaba el estudio y el trabajo incesante, los ingenieros tuvieron tiempo para desarrollar otros tipo de erudición y talento y la dedicación y el amor a la profesión no les impidieron abandonar temporal o definitivamente la ingeniería en favor de otras disciplinas.¹⁴⁹

Los ingenieros también formaron parte de organismos locales de cultivo y divulgación de las ciencias, como podrían ser los ateneos, las sociedades de amigos del país, etc. A pesar de que estos organismos en su gran mayoría no desempeñaron en el siglo XIX un papel destacado como espacios de producción y de innovación científica, lejos de ser insignificantes, constituyeron, en mi opinión,

¹⁴⁷ Sobre la JAE, véase José Manuel Sánchez Ron (ed.), *Junta para Ampliación de Estudios...*

¹⁴⁸ Los discursos de Antonio Remón Zarco del Valle y de José Echegaray: Antonio Remón Zarco del Valle, “Las condiciones que la España reúne a favor de los progresos de las ciencias” y José Echegaray, “Historia de las matemáticas puras en nuestra España” en Ernesto García Camarero y Enrique García Camarero (eds.), *La polémica de la ciencia...*, 151-160 y 161-190.

¹⁴⁹ José Luis Ollero Vallés, *Sagasta. De conspirador a gobernante...*; José Mañas Martínez, *Eduardo Saavedra, ingeniero...*

un espacio en el que confluyeron y se combinaron las redes de corresponsabilidad con las del patrocinio y popularización. Además de la divulgación de la “mentalidad científica” y de las innovaciones, contribuyeron de forma notable a legitimar, a normalizar y a dotar de prestigio a la ciencia entre las capas más amplias de la población. Al apuntar a esta diseminación extensa, no necesariamente hago referencia a la difusión gradual según una jerarquía de clase: el proletariado metropolitano tenía a menudo más ocasión no sólo de contemplar, sino también de integrar en su vida cotidiana algunas innovaciones científico-tecnológicas que las élites locales en una provincia remota. A través de su trabajo de ingeniero y a través de su actividad extra-oficial en las sociedades locales, los ingenieros dispersos por todo el territorio ejercieron de portadores del discurso de la ciencia, un papel de importancia nada desdeñable.

La capacidad propagandística constituía un rasgo clave de las redes de patrocinio que, como las redes de corresponsabilidad, sufrieron una transformación cualitativa a lo largo de la época estudiada. A finales del siglo XVIII y a principios del XIX, además de funcionar instituciones consolidadas como fue el cuerpo de los ingenieros militares, los hombres de ciencia tuvieron que operar en un régimen en el que la administración tenía un marcado carácter personalista. Para sacar adelante sus proyectos tuvieron que establecer una relación clientelar de beneficio mutuo con los hombres que ocupaban altos cargos al servicio del soberano. Entre estos estadistas que contribuyeron al desarrollo de la ingeniería en España destaquemos a Fernán Núñez, a Floridablanca, a Godoy o a López Ballesteros. Como ya se ha comentado, esta manera de operar padecía de gran discontinuidad, especialmente perniciosa para proyectos a largo plazo, ya que con el cambio en el cargo, el proyecto planeado e incluso iniciado a menudo se quedaba sin financiación.

Las estrategias para captar la atención de los “patrocinadores”, que incluyeron los espectáculos de ciencia, las memorias propositivas dirigidas a los gobernantes, los regalos de muestras científico-tecnológicas, las dedicatorias de obras científico-tecnológicas de todo tipo, como también el uso de las fórmulas de alabanza y cortesía, no desaparecieron con la llegada del régimen constitucional y la construcción del Estado en el sentido weberiano. Sin duda, la institucionalización de la ingeniería proporcionó cierta estabilidad a los proyectos científico-tecnológicos de los ingenieros y proporcionó vías regulares para su promoción, adopción y realización. Sin embargo, las dificultades financieras, la falta de consenso sobre los modelos educativo, de administración y de fomento de la agricultura e industrial, además de la pervivencia de ciertos rasgos del Antiguo Régimen en la Administración española decimonónica hicieron que los ingenieros no prescindieran de estas herramientas. A estas pautas se unieron otras, más propias de un régimen parlamentario, como podía ser la actividad de presión y de persuasión orientada hacia los diputados y hacia los ministros, ejercida por parte de los ingenieros no solo de forma

discreta, en los despachos, sino también desde las revistas profesionales y desde la prensa en general. Asimismo podemos citar numerosos casos de ingenieros que, al ocupar cargos de responsabilidad, fueran de carácter administrativo o de carácter político, promovieron las reformas o directamente la fundación de instituciones de ingeniería, tanto de su especialidad como de otras.¹⁵⁰ En cuanto a los propietarios agrarios y los industriales, entendidos en un primer momento principalmente como el público hacia el que había que trasladar los conocimientos adecuados (véanse el Gabinete de máquinas o los esfuerzos propagandísticos de López de Peñalver), en la segunda mitad del XIX se manifestó el afán de involucrarlos en la promoción de los proyectos científico-tecnológicos de los ingenieros. Además de ensalzar el papel del propietario/capitalista ilustrado desde las revistas profesionales, los ingenieros procuraban establecer una comunicación provechosa con estos agentes socio-económicos a través del asociacionismo, fuera a través de la participación en las organizaciones conjuntas orientadas hacia el fomento de la actividad compartida (agricultura, industria etc.) o invitándolos como socios honorarios a las asociaciones profesionales.

Asimismo hubo espacios-herramientas que desempeñaron el doble papel de fomentar la creación de redes de patrocinio y de popularización. Así, los ingenieros organizaron o participaron activamente en los espectáculos de la ciencia que cumplían el importante papel de seducir-convencer a los poderosos en favor de las empresas técnicas y científicas. Los fastos de inauguración de las instituciones y de las obras públicas, como la apertura del Canal de Isabel II analizada por Tiago Saraiva, tenían el doble efecto de fomentar la conciencia entre las élites gobernantes sobre la necesidad de potenciar el trabajo de los ingenieros, a la vez que constituían una manera eficaz e impactante de crear una opinión pública favorable.¹⁵¹ La celebración de la llegada del tren al pueblo, la manifestación del funcionamiento de las máquinas agrícolas, la apertura de un sistema de abastecimiento de agua: todos estos espectáculos tenían gran potencial de generar un amplio impacto en las personas excluidas de las redes de popularización basadas en la palabra escrita/impresa. Como muestran las imágenes y las descripciones de la época, en estos eventos los ingenieros ocuparon el lugar de misioneros, de verdaderos apóstoles de la nueva fe, la fe en el efecto redentor de la ciencia.¹⁵²

Las exposiciones, eventos que se multiplicaron a partir del segundo tercio del siglo XIX,

¹⁵⁰ Así por ejemplo el presidente de gobierno Práxedes Mateo-Sagasta, ingeniero de caminos, promovió a mediados de los 1890 la expansión del campo de acción de los ingenieros agrónomos, garantizándoles plazas en el Ministerio de Hacienda para que investigaran la riqueza rústica (es decir, tareas de tipo catastral). En este caso particular resulta difícil decidir si intervino en el proceso la solidaridad entre ingenieros o un tipo bien distinto de solidaridad: Bernardo Mateo-Sagasta, ingeniero agrónomo y promotor del proyecto, era su sobrino. Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología*, 156.

¹⁵¹ Tiago Saraiva, “*Big Science* en Madrid. La fábrica del Canal ...”

¹⁵² Leoncio López-Ocón, “Ciencia y progreso durante la época bajoisabelina (1854-1868), en Antonio Lafuente, Ana Cardoso de Matos y Tiago Saraiva (eds.), *Maquinismo ibérico*, 277-313.

representan otro espacio de creación y fomento de redes de corresponsabilidad, de patrocinio y de popularización. Estudiadas por Horacio Capel, las exposiciones constituyeron una plataforma para la formación de lazos entre los técnicos y los productores, contribuyendo asimismo a la innovación tecnológica, como también a la legitimación y a la popularización de la tecnociencia en la opinión pública. El ingeniero industrial Gumersindo de Vicuña planteó la importancia de las exposiciones especialmente para la “pequeña industria”, para la innovación en talleres y establecimientos de dimensiones reducidas, cuyos propietarios no disponían de medios para establecer y mantener contactos en la esfera internacional.¹⁵³ La dimensión popularizadora se puede apreciar también en la actividad publicista de los ingenieros. Además de casos más bien excepcionales de ingenieros que se aventuraron en la poesía para alabar el desarrollo tecnológico (el caso más conocido es de Melchor Palau, ingeniero que publicó poemas dedicados al tren-caballo del progreso y a otros inventos de su siglo), los ingenieros centraron sus esfuerzos en manuales de texto, en monografías divulgativas y sobre todo en artículos para la prensa general y especializada. Ya en los años veinte y treinta del siglo XIX, los hombres de ciencia utilizaban periódicos para fines divulgativos: el prestigio del ingeniero López de Peñalver, uno de los antiguos pensionados del *equipo hidráulico*, le abrió las puertas de publicaciones de gran popularidad, sobre todo al *Mercurio de España*. El objetivo era convencer a las clases altas de la importancia de la ciencia y la tecnología y conseguir su apoyo para las instituciones y proyectos científico-tecnológicos. Con la proliferación de la prensa general, los ingenieros publicaron artículos divulgativos sobre los descubrimientos científicos, sobre los nuevos inventos y sobre los proyectos relacionados con su especialidad en periódicos y revistas de enfoque general o especializado en temas como industria o como ciencia y tecnología. Tampoco dudaron en entrar en polémicas para apoyar ciertos proyectos vinculados con su desempeño profesional o para defender su cuerpo o su profesión.

Dentro del marco de la prensa, las revistas profesionales constituyen un ejemplo de vehículos de circulación de conocimiento que contribuyeron al funcionamiento de las tres redes identificadas por Lafuente y López-Ocón, aunque podemos afirmar que entre las tres agitaron principalmente las redes de corresponsabilidad, teniendo impacto más bien indirecto en las de patrocinio y divulgación. A nivel mundial, este tipo de revistas empezó a aparecer en mayor número durante el segundo tercio del siglo XIX.¹⁵⁴ Los ingenieros estuvieron en España entre los primeros grupos científico-corporativos o científico-profesionales en sacar adelante este tipo de publicaciones periódicas. Con el precedente de algunos boletines oficiales, fue a mediados del siglo cuando por iniciativa de algunos miembros de los cuerpos surgieron revistas como *Memorial de ingenieros*

¹⁵³ Gumersindo Vicuña, “Exposiciones especiales de la industria en España”, *Revista Europea*, 21 (1874), 68-74. Horacio Capel Sáez, “Las exposiciones nacionales y locales en la España el siglo XIX: medio local, redes sociales y difusión de innovaciones”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en...*, vol.4., 151-213.

¹⁵⁴ Luis Garrido González, *Prensa económica (1800-1939). Aproximación para una guía de la prensa económica de España*, Cámara oficial de comercio e industria de Jaén, Jaén, 1993.

(portavoz de los ingenieros del Ejército, desde 1846), *Revista minera* (desde 1850), o la que iba convertirse en la más longeva de todas, la *Revista de obras públicas* (portavoz del cuerpo de caminos desde 1853). Pronto, los ingenieros de cada especialidad se dotaron de revistas profesionales, fuera por iniciativa de particulares, como en caso de *Revista forestal, económica y agrícola* (1868-1875) -sustituida por la *Revista de montes* en 1877-, de los *Anales de Agricultura* (1877), o por ley, como fue el caso de la *Gaceta Agrícola del Ministerio de Fomento* (1876), creada con propósitos explícitamente divulgativos. Las publicaciones editadas por los ingenieros industriales muestran un carácter más disperso, o -si se quiere- plural, seguramente por no contar los industriales con una organización corporativa ni con una asociación única que encauzara las iniciativas individuales.¹⁵⁵ Por otra parte, las revistas de los industriales manifiestan, quizá por la misma razón, una disposición polémica duradera y algunas, como *La Gaceta industrial* (1865) o la *Revista Tecnológico-Industrial* (1880), destacan por su búsqueda de un elenco de autores y de un público más amplio. A finales del XIX y principios del XX, los ingenieros se involucraron también en las revistas especializadas, pero de enfoque más amplio y pluridisciplinar, como fue por ejemplo *Madrid científico* (1897) o *Anales de la construcción y de la industria*.

El análisis comparativo de las revistas permite constatar que además de compartir muchos rasgos comunes e incluso coincidir en ocasiones sus tendencias políticas (como atestigua el aplauso de la *Revista de obras públicas*, la *Revista minera* y la *Revista forestal* a las políticas del Gobierno provisional durante el primer año del Sexenio democrático), las revistas manifestaron diferencias importantes entre sí. Entre las que más espacio abrieron a la polémica interna y externa destaca la *Revista de obras públicas*, las revistas publicadas por los ingenieros industriales y más adelante también revistas menos estrechamente ligados a un grupo corporativo-profesional (como fue por ejemplo *Madrid científico*, que a pesar de contar con una presencia importante de ingenieros de minas entre sus contribuyentes, no puede considerarse una revista-portavoz de dicho cuerpo o especialidad). Por otra parte, la *Revista minera* y el *Memorial de ingenieros* representan ejemplos de revistas que además de combinar artículos técnicos con retórica glorificadora y, en ocasiones, reivindicativa, no dejaron un lugar demasiado amplio a los debates ni a las polémicas. Mientras en el caso del periódico de los ingenieros del Ejército estoy tentada de atribuirlo precisamente al imperativo de la subordinación militar, que impedía a los ingenieros ventilar los conflictos y expresarse con claridad sobre temas polémicos, sólo podemos especular si fue el tamaño reducido del cuerpo de minas lo que influyó en el tono menos polémico de la *Revista minera*, o si detrás de la diferencia con -pongamos- la *Revista de obras públicas* estaría simplemente el menor radicalismo político de las personas que estuvieron en el origen de la publicación.

¹⁵⁵ La revista que más se acercó a papel de portavoz era el *Boletín de la Asociación central de ingenieros industriales* (desde 1880).

En cuanto a la vertiente divulgativa, los editores y contribuyentes de las revistas profesionales percibieron la expansión de las luces como una de sus principales tareas:

“...las publicaciones científicas, como la Revista de Obras Públicas, son a la vez efecto y causa del progreso general. Lo necesitan como condición de vida para nacer y desarrollarse, pero luego de creadas, pueden contribuir a hacer que ese progreso sea más rápido y provechoso.”¹⁵⁶

El objetivo de la mayor parte de los artículos era mantener a los ingenieros al corriente de los nuevos conocimientos en su especialidad, informarles detalladamente sobre el trabajo de sus compañeros en España y en el extranjero, y debatir cuestiones de carácter administrativo. No obstante, las revistas profesionales aspiraban a llegar a un público más amplio, a profesionales afines, a los empleados subordinados, a los empresarios. A largo plazo, los autores abrigaban la pretensión de influir en la opinión pública:

“Uno de los preferentes objetos de nuest(r)a *Revista* es, como dijimos en el prospecto, ilustrar la opinión del público, en las importantes cuestiones que se suscitan y tienen relación con las obras de pública utilidad, y combatir además las erróneas ideas, que por ligereza, falta de datos o de instrucción suelen emitirse, corriendo luego de boca en boca, con un crédito digno de artículos de fe, sobre los que no cabe error ni discusión alguna.”¹⁵⁷

Los ingenieros no sólo buscaban el progreso intelectual del público, sino también su apoyo al trabajo que desarrollaban, apoyo que esperaban lograr a través de la prensa, un mecanismo apreciado y de creciente influencia. En cualquier caso, más que conseguir lectores fuera del ámbito profesional, las revistas profesionales proveyeron a los ingenieros de herramientas -como argumentos convincentes y fe en su trabajo y en sí mismos- para encargarse eficazmente de promover las políticas de carácter técnico y de defender los intereses corporativos y profesionales.

158

Durante el siglo XIX, los ingenieros lograron labrarse en España un espacio amplio tanto en la Administración como en el sector privado, un espacio compartimentado, con fronteras disputadas, y en constante expansión. Los ingenieros fueron herramientas de transformación y, a la vez, actuaron como creadores y promotores del cambio tecnológico. Como tales, estaban anclados en instituciones nacionales y al mismo tiempo operaban dentro de redes transnacionales de circulación de conocimientos. A finales del periodo, la figura del ingeniero aparece consolidada entre las élites socio-profesionales, aunque en las décadas siguientes, el auge de los movimientos sociales y las transformaciones en la organización del trabajo enfrentarían a los ingenieros a nuevos retos, obligándoles redefinir su posición a nivel de grupo y a nivel individual.

¹⁵⁶ “Parte Oficial”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1863), 1.

¹⁵⁷ M. Royo, “Consideraciones sobre el empleo más útil de las aguas fluviales para el desarrollo de la riqueza”, *Revista de Obras Públicas*, 3 (1853), 33-34.

¹⁵⁸ El anterior párrafo se basa en una ampliación del análisis del siguiente artículo: Darina Martykánová, “Por los caminos del progreso. El universo...”, 193-219.

Part II. Engineers in the Ottoman Empire

Chapter 5 – Engineers and Political Change

The configuration of modern engineering in the Ottoman Empire is interwoven into the broad, complex dynamics of radical transformation that took place in the Empire -and in the world- during the long nineteenth century. The first chapter, *Engineers and Political Change*, is, therefore, a chronological narrative which will explain the configuration of modern engineering in the Ottoman Empire as a part and parcel of these changes. Taking into consideration my intended audience, this part of my dissertation on the engineers in the Ottoman Empire will offer details on political, economic, and social changes to a much greater extent than the part dealing with the Spanish engineers. The agency of the central government (and of its provincial representatives) is identified as a crucial element in the redefinition of the meaning of being an engineer, as well as in the creation of an institutional framework for engineering education and practice. The consolidation of engineering in the Ottoman Empire is inexorably linked to an unprecedented expansion of state intervention. According to Donald Quataert, the number of civil servants rose from approximately 2.000 at the end of the eighteenth century to 35.000 in 1908.¹ For these reasons, this chapter pays particular attention to the institutional transformation of the Ottoman state, without neglecting political and economic developments.

The first section of this chapter, *Between War and Science*, traces the origins of modern engineering in the Ottoman Empire to the eighteenth century. It examines the intermittent concern of a small ruling elite for military reform vis à vis the repeated defeats of Ottoman troops. In particular, this section emphasizes the interest of the reformers in the new technical and scientific innovations of European provenance, and in the possibility of their appropriation for the benefit of the Ottoman land armies and Navy. Nevertheless, my analysis also points to the limits of despotic power and the consequent lack of consolidation of the new measures. European experts appear as prominent agents of both transfer and transformation, and their activities in the Ottoman Empire will be interpreted in the context of international politics. The dynamics of interaction between Ottoman and European experts and men-of-science are also considered, especially their close connection to, but also certain autonomy from the policies of the ruling elites of the countries involved. In comparison to the following sections of this chapter, more detail is provided on the development and the organization of technical schools, as the chapter on Education will focus above all on the nineteenth century.

¹ Donald Quataert, *The Ottoman Empire, 1700-1922*, Cambridge University Press, Cambridge, 2000, 62.

The following section, *Expansion of the Administration, Growth of Foreign Intervention*, offers an overview of the period between the mid-1820s and 1876, which was characterized by a systematic reform effort and an expansion of governmental intervention. Gradually, the interplay between the desire to control the territory and the notion of amelioration led to the creation of new offices, institutions, and policies. A civil administration of public works eventually developed, employing both Muslims and non-Muslims, both Ottomans and foreigners. Ambitious policies of technical and scientific transfer were put into practice, including the introduction of foreign technology, the invitation of foreign experts to teach the locals and design reform projects, the sending of both students and experts abroad to deepen their theoretical and practical knowledge, the creation of new institutions, the introduction of education of European languages, and the encouragement of the translation and publication of books. The link between “modern” knowledge, including engineering education, and the possibilities of a career in the state administration, is examined in the framework of the emergence of new bureaucratic elites. This section will also emphasize the multiple implications of this increase in interaction with European powers, including the growing number of foreign engineers at the service of the sultan and of foreign companies investing in the first railways on the Ottoman territory. A brief comparative glimpse is taken at a semi-independent Ottoman Egypt during the rule of Muhammad Ali (1769-1849), an example for the Ottoman rulers of a successful –and threatening- reform effort.

The next section, *A Closely Watched Modernization: the reign of Abdülhamid II*, considers the changes brought about during the First Constitutional Period (1876-1878) and the following absolutist regime of the sultan Abdülhamid II (1878-1908). It analyzes the attempts of Ottoman authorities to promote their strategic interests in the construction of infrastructures (railroads, telegraph, etc.) and in the introduction of military innovations, while also tackling the problem of limited financial resources and a growing dependence on foreign capital and expertise. Moreover, particular attention will be paid to the problematic consolidation of civil engineering education and to the blurred frontiers between the civil and the military in this field.

Finally, *Engineers in the Time of Unity and Progress* deals with the period following the Young Turk Revolution (1908), ending the analysis at the outbreak of the Great War (1914). The freedom of speech and association granted in the Constitution triggered a proliferation of professional journals and associations. The new bases of the legitimacy of the constitutional regime invited redefinition of the conditions of employment of both foreign and local engineers, as well as that of Ottoman Muslims and non-Muslims, both in the Administration, as well as in the rapidly expanding private sector.

1. *Between War and Science*

Since the end of the seventeenth century, Ottoman dignitaries showed an increasing concern about the state of the Empire and employed themselves in analyzing the causes of its disorder and in proposing remedies for it. Historians generally agree that such an intensification of reform efforts was stimulated by the defeats that the Ottoman troops suffered at the hands of Christian powers, mainly by Austria and also by Russia, a rising power in the north.² Territorial expansion, which had been one of the pillars of the legitimacy of the ruling dynasty, was *de facto* replaced by an effort to consolidate and protect the realm, as the ambitious fortress building program during the first decades of the eighteenth century clearly indicates. The reforms -including a rather successful tax reform at the beginning of the eighteenth century- focused mainly on the armed forces and on the mobilization of resources for warfare. At first, they followed an established pattern of return to the good old order, at the level of rhetoric, but, to a great degree, also at the level of deeds. However, during the first half of the eighteenth century, some members of the governing elite began to show a major interest in Christian European political and military organization and experiment with innovations imported from those countries.³ The circulation of techniques and craftsmen was not a new phenomenon: it was a general trend in the Mediterranean during the Early Modern Era and the Ottoman Empire was fully integrated into it.⁴ However, the novelty consisted in a more systematic appropriation of the latest knowledge and skills and also in the recognition, made more or less explicit in the restricted circles around the sovereign, of the superiority of Christian-European military technology, and, to a lesser degree, organization.

The Ottomans developed a multilayered administrative system organized since the sixteenth century in centralized bureaucratic structures that European Christian rulers were trying hard to build since the seventeenth century. This system was mainly directed towards raising revenues. Thus, its reforms thus basically strove to achieve this aim. By the eighteenth century, Ottoman

2 This hypothesis is Cevdet Pasha's (19th century Ottoman politician and historian), quoted by Niyazi Berkes, *Türkiye'de Çağdaşlaşma*, Doğu-Batı Yayınları, İstanbul, 1978, 87.

3 Carter V. Findley, *Bureaucratic Reform in the Ottoman Empire. The Sublime Porte, 1789-1922*, 119-120. For mid-18th century examples of such interests, see Virginia H. Aksan, *An Ottoman Statesman in War and Peace: Ahmed Resmi Efendi, 1700-1783*, E.J.Brill, Leiden, 1995.

4 Idris Bostan, "La fonte de canons à la Fonderie Impériale d'Istanbul au début du XVI^e siècle", in Paul Dumont (ed.), *Anatolia Moderna/Yeni Anadolu IX*, Librairie d'Amérique et d'Orient Adrien Maisonneuve/Institut Français d'Études Anatoliennes, Paris/Istanbul, 2001, 171-182; Rhoads Murphey, "Osmanlıların Batı Teknolojisini Benimsemedeki Tutumları: Efrenci Teknisyenlerin Sivil ve Askeri Uygulamalardaki Rölü" in Ekmeleddin İhsanoğlu (ed.), *Osmanlılar ve Batı Teknolojisi, Yeni Araştırmalar Yeni Görüşler*, İstanbul, 1992, 7-20; Rhoads Murphey, *Ottoman Warfare 1500-1700*, UCL Press, London, 1999. Jonathan Grant, "Rethinking the Ottoman 'Decline': Military Technology Diffusion in the Ottoman Empire, Fifteenth to Eighteenth Centuries", *Journal of World History*, 10 (1, 1999), 179-201; "The Sword of the Sultan: Ottoman Arms Imports, 1854-1914", *The Journal of Military History*, 66 (January 2002), 9-36 (Grant argues that the Ottomans did not decline on the military industrial scale between the fifteenth and the seventeenth century and that it was only during the nineteenth century that the Ottomans became dependent on the importation of military technology from the West)

governing patterns had evolved significantly. The administrators designed by the Porte were frequently transferred from one province to another, relying increasingly on local notables (*ayans*) to control the area, to supply the Treasury with revenues, and to provide the sultan with soldiers. The centralization of resources thus contributed to an unintended decentralization of political power, which, at the same time, made any coordinated policies hard to apply. As Carter Findley has pointed out, the eighteenth century is a period of decline of the military-administrative and religious establishments and of the simultaneous development of the Palace and scribal service, supplied with talented men recruited from households of high-ranking dignitaries.⁵ These new bureaucratic strata would later launch a new attempt at centralization, at reconquest of control over the territory.

Apart from the fiscalist orientation, the economic policies of the ruling elites in Constantinople were shaped by the will to intervene in order to provide foodstuffs for the troops and the inhabitants of the capital and raw materials for the military production, as well as by the fear of the growth of competing powers within the realm.⁶ In general, they were far from boosting industrial production, as the will to guarantee the security of investment was lacking. Although the first half of the eighteenth century was a period of economic growth and prosperity, the trade acquired patterns which were to transform, but also to weaken, as Bruce Gowan argues, the Empire on the long run. On one hand, the Ottomans displayed a “liberal”, *laissez-faire* attitude towards the importation of goods and towards the mercantile partnership of European merchants with local tradesmen who belonged to religious minorities. On the other hand, this combined with the insecurity of both investment and of property that affected Ottoman subjects in general. Such a combination of factors contributed, according to Gowan, to the peripheralization of Ottoman trade, to the alienation of the minorities and to the “diversion of energy and capital into trade and away from industry”.⁷

As I have already mentioned, warfare in general, and military defeats in particular, represented an important impulse for reforms, not only on the broad level of awakening doubts and opening to innovation, but also in a very specific way: repeatedly (1703, 1730), military defeats provoked popular uprisings leading to the overthrow of the sultan. This constituted a *memento* for the Palace and an extra motivation to put their armies in order. Moreover, the wars and the

5 Carter V. Findley, *Bureaucratic Reform...*, 197.

6 On the so-called *fiscalist* and *provisionalist* principles of the Ottoman economic policies, see Mehmet Genç, “State and the Economy in the Age of Reforms: Continuity and Change”, in Kemal H. Karpat (ed.), *Ottoman Past and Today's Turkey*, Brill, Leiden, 2000, 180-187. There is an ongoing debate among historians whether the Ottoman state was too controlling in the eighteenth century or whether the Ottoman economy suffered, on the contrary, from a lack of mercantilist policies similar to those adopted by many European powers. Donald Quataert points out that independently from any state policies, “global market forces may have affected the eighteenth-century Ottoman economy more powerfully than state policies.” Donald Quataert, *The Ottoman Empire, 1700-1922*, 42.

7 Bruce Gowan, “A perspective of the eighteenth century”, in Halil İnalcık and Donald Quataert (eds.), *An Economic and Social History of the Ottoman Empire, vol. II 1600-1914*, Cambridge, Cambridge University Press, 1997, 641.

negotiations that followed brought the Ottomans into closer contact with the Christian European powers, a further step towards the Europeanization of Ottoman diplomacy. The truce signed in Belgrade in 1739, after a rather successful war against Austria and Russia, is important from this perspective. During the negotiations, French diplomats helped the Ottomans obtain favorable conditions and thus reappeared, after a century, as a distinguished Ottoman ally in Europe. Therefore, we should not be surprised to see that in the following decades, French experts would play a prominent role in several enterprises related to techno-military reforms.

By the middle of the 18th century, the figure of the sultan had achieved a new prominence and his personal power increased after the suppression of the influence of the harem and the elimination of the cage system, that is, the seclusion of the princes in the Palace. The actions of Sultan Mustafa III (ruled 1757-1774) and his closest collaborators should be interpreted according to the logic of *islah-ı halel*, to borrow the expression of the seventeenth-century Ottoman intellectual and historian Kâtip Çelebi. *Islah-ı halel* refers to a correction of disorders, the principal aim being to re-establish order. By the time of Mustafa III, this effort to rectify the disorders came to include the notion of a more future-oriented change towards improvement, though in very specific fields only. However, the results of these cautious ameliorations were less than sufficient. Virginia Aksan, an expert on Ottoman military history, argues that while European warfare experienced changes of the upmost importance after 1750, the Ottomans “missed a generation of developments by remaining outside of the battlefields of the Seven Years War.” She maintains that the technological gap became especially obvious in the use of mobilized rapid field artillery and the defense against it.⁸ The policy of Mustafa III and his collaborators towards the military reveals that they were aware of the deficiencies of their artillery. They attempted to remedy these shortcomings, introducing new ways of training and technological improvements to the Ottoman armies. In order to minimize negative reactions, old measures and institutions were allowed to coexist with the new ones. However, these efforts were hindered by serious economic problems and failures in organization. The immediate need for ready military forces for external and internal armed conflicts, and of money to finance them, actually made the central power enter the vicious circle of relying more and more on provincial notables. This made any in-depth structural reform an extremely difficult enterprise.

At first, Ottoman dignitaries were reticent towards the employment of high-profile foreign experts which did not entail their previous conversion and full integration. They were afraid of the infiltration of spies and of the intromission of Christian European powers to Ottoman affairs. Moreover, deeply ingrained idea of the Ottoman armies as forces of Islam, as essentially Muslim,

⁸ Virginia H. Aksan, *Ottoman Wars 1700-1870. An Empire Beseiged*, Pearson/Longman, Hammersmith, 2007, 134-135.

made the integration of Christian officers hard to imagine.⁹ Therefore, the authorities preferred to employ convert experts and craftsmen and to buy European war materials, scientific instruments, and books, especially atlases. Since the 1770s, however, these patterns shifted and new policies emerged. These included a more systematic importation and translation of European books on specific topics related to the techniques and the art of war. Foreign experts were accepted or even invited to work temporarily in the Ottoman Empire, with the permission of their governments. They were also supposed to transmit their skills and knowledge to the Ottoman servants of the sultan. Ottoman rulers were aware of the fact that foreign experts provided extensive information to their governments and even to the broader public, but they accepted it as an unavoidable and necessary evil.¹⁰ On the whole, systematic attempts at the introduction of technical and scientific knowledge of a European origin that took place in the eighteenth century shared several of the following characteristics: 1) they were linked to warfare; 2) foreign experts played an active role in shaping them; and 3) knowledge-transmission was organized in a *hendesehane*, or house of geometry, a small nucleus of men distinguished by their technical and scientific knowledge. Their duties consisted of studying, teaching, and carrying out particular technical tasks.

The first institution that introduced systematic techno-military training inspired by European models was the corps of salaried bombardiers (*ulufeli humbaracı ocağı*) founded in 1735. Turkish historian of science Mustafa Kaçar has provided us with the first in-depth study of this corps, based on a great variety of primary sources.¹¹ Following a project designed by a French convert Bonneval Ahmed Pasha, the corps of salaried bombardiers was comprised of a corps of 300 men and was supposed to work in parallel with the existing corps of bombardiers, supervised directly by the grand vizier and by the commander-in-chief of the Ottoman armies (*serdar-i ekrem*).¹² The recruits

9 This statement is a generalization, and is mainly valid for the land armies. We should remember that the situation was different in the Medieval and Early Modern periods, when there were many cases of Christian commanders and troops. In the eighteenth century, Ottoman Christians did not serve in the Ottoman regular armies, except for the Navy in general and shipbuilding in particular, where Ottoman Greeks were employed. There were also Christians working in the military industry.

10 When the French experts were entrusted with the task of elaborating maps of the fortifications, they made copies for the French authorities, too. These maps may be found in the *Archives du Ministère des Affaires étrangères* and in the *Service Historique de la Défense*.

11 Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim ve Eğitim Anlayışındaki Değişmeler ve Mühendishanelerin Kuruluşu*, unpublished doctoral dissertation, University of Istanbul, Istanbul, 1996; Mustafa Kaçar, "The Development in the Attitude of the Ottoman State Towards Science and Education and the Establishment of the Engineering Schools (*Mühendishanes*), in Ekmeleddin İhsanoğlu, Ahmed Djebbar and Feza Günergun (eds.), *Science, Technology and Industry in the Ottoman...*, 81-90.

12 The first important Frenchman in the history of the Ottoman military reforms, was not, however, a product of the Ottoman-French diplomatic rapprochement. The count de Bonneval (1675-1747) was a French nobleman who emigrated to the Ottoman Empire and converted to Islam, adopting the name of Ahmed. For his work and military rank, he became known as Bombardier Ahmed Pasha or Bonneval Ahmed Pasha. Bonneval offered his services to the sultan and was appointed bombardier-in-chief due to the support of the reformist grand vizier Topal Osman Pasha. In this post, he elaborated reports on the systems of government of France, Spain, and Austria, devoting a substantial part of them to the description of methods of training, as well as to the technical education of the armies. He emphasized the importance of engineers knowledgeable in mathematics in the French army and the fact that they

gathered in Constantinople to receive military and technical training. This constituted a partial shift from the transmission of knowledge based in the relation between master and apprentice and carried out through military practice, and represented one of the novel elements that characterized this corps. Some researchers –such as Adnan Adıvar, one of the founding fathers of the history of science in Turkey- maintain, basing themselves on the works of the chroniclers who lived in that period, that technical training was institutionalized in a *chamber of geometry*, a precedent for the *houses of geometry*, similar establishments that would appear at a later date.¹³ In general, Mustafa Kaçar judges the following measures as success of Bonneval's proposals: guaranteeing regular salaries by establishing special funds for that purpose, tying these salaries to the actual performance of military duties, increasing the proportion of officers in relation to troops, and integrating medics and technical-military instructors into the corps at the rank of officers.¹⁴

The corps did not survive the death of its founder for long and was soon dissolved (1750). Frédéric Hitzel attributes its dissolution to the pressure of the *ulemâ* and the janissaries, “hostiles to any project that might put in jeopardy their own careers,”¹⁵ while the Ottoman historian Âta (1810-1880) maintains that it was because the authorities feared a rebellion of the salaried bombardiers unhappy with their new style of training.¹⁶ In any case, it only confirms the fluctuating intensity of

were well-paid and highly appreciated. Bonneval pointed to the growing might of Russia, stressing the danger it would come to represent both for the Ottoman Empire and the European powers. He defended a reorganization of Ottoman armies, suggesting an appropriation of the methods and techniques applied in the armies of Christian European powers. In particular, he stressed the discipline, hierarchy and systematization of military training. On Bonneval, see Septime Gorceix, *Bonneval Pacha, Pacha à Trois Queues, Une Vie d'Aventures au XVIIIe Siècle*, Plon, Paris, 1953, Heinrich Benedikt, *Der Pascha-Graf Alexander von Bonneval (1675-1747)*, Hermann Bohalu, Graz/Köln, 1959.

¹³ Adnan Adıvar, *Osmanlı Türklerinde İlim*, Remzi Kitabevi, İstanbul, 1982, 183.

¹⁴ The new corps was an institution that combined elements of the innovations introduced in military organization and training of the European powers during the 17th and 18th centuries, with traditional patterns of Ottoman military organization. At the level of organization, the new corps differed from the traditional corps of bombardiers: as its name indicates, the bombardiers of the new corps received a salary instead of a *tîmâr*, that is, “a prebend acquired through a sultanic diploma, consisting as a rule of state taxes in return for regular military service”. This change was necessarily a foreign import, as salaried corps existed in the Empire, too. Rather it points to the choice of such patterns of organization that already existed in the Empire and that were in line with recent trends in the Christian Europe. The traditional corps was supplied by the sons of its members, who inherited their father's *tîmâr* after his death. Members of the new corps were to be recruited among “young and strong” men in the region of Bosnia (though in the official lists men from other regions are found, too). If the “traditional” *tîmâr*-holder bombardier died without male heirs, a member of the new corps was to occupy his post in the traditional corps and receive his *tîmâr*. This rule, although perhaps indicating that higher prestige was still given to the old corps, could actually have been a gradual way of overtaking it by introducing people with the new training, a measure directed towards a final convergence of both corps. The fact that the posts of bombardier-in-chief in the zones of strategic importance were to be given to the members of the new corps seems to support this hypothesis. Ottoman authorities may have opted for a Salomonic solution not to eliminate the original corps of bombardiers, but instead to add a new corps to the existing one. We will observe the same tactics being adopted until the beginning of the 19th century, in order to minimize the resistance of those who might feel threatened by institutional change. This summary is based on Mustafa Kaçar's analysis and the documents provided in Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...* The definition of *tîmâr* is from the “Glossary” by Halil Inalcık in Halil Inalcık and Donald Quataert (eds.), *An Economic and Social History of the Ottoman Empire, vol. II...*, 992.

¹⁵ Frédéric Hitzel, “Les écoles de mathématiques turques et l'aide française (1775-1798)” in Daniel Panzac (ed.), *Histoire économique et sociale de l'Empire Ottoman et de la Turquie (1326-1960)*, Peeters, Paris, 1995, 813-825.

¹⁶ Tayyazade Âta, *Tarih*, İstanbul 1874, I, 157.

the reform effort during the eighteenth century, as well as the fact that a consensus had not yet formed, not even among the narrow circles of high-ranking bureaucrats, about the need for a thorough, systematic transformation of Ottoman troops which could not be limited to the return to a glorious past.¹⁷ In line with Michael Mann's argument, the infrastructural power of the *despotic* rulers remained low, and newly created institutions suffered from a chronic lack of stability during the *Ancien Régime*.¹⁸

Technical and scientific transfer in the Ottoman armies received a new impulse during the last three decades of the eighteenth century and was closely related to the activity of French military experts, beginning with the notorious baron de Tott.¹⁹ Ottoman authorities were particularly

17 The following decades remain murky for those looking from the present. There exist some hints about a school of geometry opened by the grand vizier, and a renowned poet, Mehmed Koca Ragıp Pasha, in a house near Sütluce in 1759. Its functioning was supposed to be kept in secret in order not to mobilize opposition. However, the existence of this school cannot be taken for granted, as the sources that make reference to it date from the twentieth century. If such establishment really existed, the secrecy with which it was run would be highly symptomatic: it would point to the fact that the high-ranking bureaucrats were obliged to negotiate with socio-corporative groups that were able to mobilize in defense of their interests. Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu*, Istanbul, 1958, 19.

18 Michael Mann, "The Autonomous Power of the State, Its Origins, Mechanisms, and Results", *Archives européennes de sociologie*, 25 (1984), 185-213.

Available here: <http://www.sscnet.ucla.edu/soc/faculty/mann/Doc1.pdf>

19 François de Tott (1733-1793) was the first major figure in a long line of foreign military experts who served the sultan at the same time as they served the interests of a foreign power. This member of the Hungarian lesser nobility, born in France, was connected to the Ottoman Empire since his youth: his father, who spoke both Polish and Turkish, worked at the French embassy in Constantinople and the young François accompanied him. When his father died, François de Tott took over his post and military rank. Later, he was appointed consul of France in the Crimea, but finally ended up in Constantinople attempting to enter the service of the sultan. See François de Tott, *Mémoires du Baron de Tott, sur les Turcs et les Tartares*, Amsterdam, 1785. Tott's initiative should not be interpreted as that of a European adventurer in Constantinople. As Gérard Bodinier pointed out, due to Tott's knowledge of both the Empire and the language, there seemed to be no one more suitable for carrying out a mission that French authorities considered of extreme importance: to increase the military capacity of the Ottoman troops against the Russians who competed with the French for the hegemony over the Black Sea trade. France had already tried to send a mission made up of engineers and artillerymen to the Ottoman Empire in 1768, but the offer was declined by the Ottoman authorities. Gérard Bodinier, "Les Missions Militaires Françaises en Turquie au XVIIIe Siècle", *Revue Internationale d'Histoire Militaire*, 68 (1987), 157-180. Despite the initial suspicion of the Ottoman authorities, Tott was finally put in charge of a series of military tasks, including the strengthening of defensive structures of the Straits or the fabrication of cannons. His service to the sultan constituted a landmark, as he was not obliged to convert to Islam, a condition at that point necessary for a foreigner to be able to perform high-profile military tasks in the Ottoman Empire. Tott acted in the framework delimited by his vision of the state of Ottoman armies on the one hand, and the attitude of the Ottoman authorities, on the other. He identified the lack of organization, discipline, and technical innovation as the principal causes of the weakness of the Ottoman armies and designed a project of reform, focusing on the corps of artillery and of bombardiers. AE, cp. Turquie, vol.156, 364-387, also quoted and analyzed in Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*, 43-45. He perceived the creation of a school of fortification as a fundamental step forward. The school was to provide engineers skilled in the theory and practice of defense. However, Tott doubted the plausibility of such a project at the moment. He considered as more realistic the creation of a school of rapid fire artillery for the practical training of young soldiers, due to the low level of their previous education. Like Bonneval Ahmed Pasha, Tott understood as indispensable the systematization of the training and the functioning of the military corps, as well as the provision of a regular income to the soldiers, in order to guarantee institutional continuity and individual motivation. This concern was brought about not only by Tott being convinced that such order was necessary for the efficient performance of military institutions, but also by his lack of faith in the will, capacity, and integrity of the sultan's servants. In his opinion, the less the new institutions depended on the high ranking dignitaries and their clients, the more chance there was for them to last and function correctly. For this opinion, see François, baron de Tott, *Mémoires du Baron de Tott, sur les Turcs et les Tartares*, Vol. II, Amsterdam, 1785. On the limited reliability of Tott's opinions, see Virginia Aksan, *Breaking the Spell of Baron de Tott: Reframing the Question of Military Reform in the Ottoman Empire, 1760-1830*, *The*

interested in the improvement of the artillery and the Navy. In 1770s, baron de Tott and sergeant Aubert were put in charge of bringing Ottoman artillery up to date. After a short-lived attempt to create a school of artillery, a corps of rapid-fire artillery was organized.²⁰ In 1775, a Chamber of Geometry (*Hendese Odası* o *Hendesehane*) was founded linked to the Imperial Shipyard.²¹ It was due to the initiative of the Grand Admiral (*Kapudan-ı Derya*, the supreme commander of the Ottoman fleets) Gazi Hasan Pasha, a man convinced about the urgent need for extensive reform in the area of his competence, that is, the Ottoman navy. He entrusted Tott and other foreign experts with organizing a center that would provide the officers of the Ottoman navy and other volunteers with a knowledge of geometry, integrating the latest innovations of European origin. The school was the first Ottoman institution focused on education in mathematics in which teaching was based on books coming from Christian Europe (members of the corps of salaried bombardiers were taught according to books used in the *madrasah*). It provided lectures useful not only for the seamen, but also for the land army officers.²² However, the running of the establishment was jeopardized by the fact that Tott soon focused his attention on other projects, due to his own initiative or perhaps to a commission by the Ottoman authorities. In keeping with the custom of maintaining the traditional institution in parallel with the newly created one, the effort to maximize benefits from skilled people by entrusting them with all kind of urgent missions contributed to the lack of institutional continuity in the Ottoman Empire. It is not clear what exactly happened to the school. William Eton and Frédéric Hitzel maintain it simply ceased to exist.²³ In my opinion, however, the hypothesis of

International History Review, 23, (2, 2002), 253-277.

²⁰ A school of rapid fire artillery was opened in 1772 which provided training, organized in short courses, to a large number of artillerymen. The school remained open only for a few months. Kaçar maintains that the short life of this institution was due to the fact that baron de Tott was very busy with several projects. We may also add that he personally lacked the necessary constancy he thought so important for Ottoman institutions. Moreover, according to French diplomatic sources, Tott refused the possibility of bringing commissioned and noncommissioned artillery officers from France, so they could help him with the teaching. Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*, 52. As for the creation of the corps of rapid-fire artillery: the aim, openly expressed, was to introduce the innovation of the artillery of foreign origin to Ottoman warfare. See the decree of 10th of January 1774, *BOA*, MD (Maliyeden Müdevver Defterleri Tasnifi), n. 4844, 9. As Mustafa Kaçar has documented, the trajectory of this corps, commanded by French artillery sergeant Antoine Charles Aubert, was sinuous. Only one year after its creation, it was united with the traditional artillery corps to be separated from it again in 1783. French authorities of that time interpreted the unification as a failure and as proof of a lack of will to reform among the Ottoman dignitaries. Mustafa Kaçar proposes another hypothesis: he maintains that the decision might have been motivated, quite on the contrary, by the effort to spread among the old-style artillerymen the new knowledge and skills acquired by the artillerymen of the corps of rapid fire artillery. See Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*, 52-60.

²¹ There is a debate over the exact date of foundation. While Toderini and D'Ohsson maintained that it was in 1773, Kaçar has found a report by the French embassy that establishes the opening in 1775. See Gianbattista Toderini, *De la littérature des turcs*, 161 and Mustafa Kaçar, *ibidem*, 61 (footnote 172) y 96-97. The embassy report is particularly valuable, as it is issued only a couple of days after the school's reported opening. When dating the opening to 1773, Toderini and D'Ohsson could be mistaking Hendesehane with the School of Artillerymen founded in 1772. On the other hand, the French embassy report might have defined as an "opening" what could have been a reorganization under Tott's supervision.

²² Ekmeleddin İhsanoğlu, "Ottoman Science: The Last Episode in Islamic Scientific Tradition and the Beginning of European Scientific Tradition", in Ekmeleddin İhsanoğlu, Ahmed Djebbar and Feza Günergün (eds.), *Science, Technology and Industry...*, 28.

²³ William Eton, *A Survey of the Turkish Empire*, T.Cadell, jr.&W.Davies, London, 1798, 119; Frédéric Hitzel, "Les

Mustafa Kaçar is far more persuasive. Basing his view on a series of Ottoman archival documents, he argues that the Chamber of Geometry was reorganized in 1776 according to the characteristic structure of the Ottoman establishments of education and continued working until the arrival of the new “batch” of the French experts in the mid-1780s.²⁴

The intensification of the Ottoman-French collaboration in the field of military reform in the mid-1780s entailed a much more decisive contribution to the circulation of knowledge across the borders of the Empire. It took place in an international situation prone to alliances between these two powers. Therefore, when the grand vizier Halil Hamid Pasha, called *the reformist vizier* by the French, asked the French king for experts to strengthen the fortifications and introduce innovations in the Ottoman armies, Louis XVI sent a large contingent of experts to Constantinople that included officers, draughtsmen, and craftsmen specialized in the fabrication of military materials, as well as several military engineers who were entrusted with the task of working on the amelioration of Ottoman defensive structures.²⁵ One group was led by the experienced sergeant Aubert who had already served the sultan in 1770s as a commander of the corps of artillery. Another one was led by military engineer André-Joseph de Lafitte-Clavé. Moreover, French authorities authorized many other military experts to enter the service of the Ottoman sultan. Several of the French experts who worked in the Empire in 1780s stood out for being *ingénieurs du roi*, men who received formal practical and theoretical education at the school of military engineering in Mézières (*École du génie de Mézières* founded in 1748). Aside from their technical and scientific knowledge, they had also gained valuable experience serving as military engineers in France. These men embodied the institutionalization of the link between military engineering and scientific knowledge in France during the eighteenth century.²⁶ In turn, they were to contribute to the institutionalization of a specialized techno-military education, theoretical and practical at the same time, in the Ottoman Empire. The years spent at the service of the sultan constituted a key experience for the French military experts, too. Not only did they collect information for the French authorities, but they also acquired a wide range of skills in the field which could be, rather anachronically, labeled as intercultural communication. France benefitted from the experience of these men and from the

écoles de mathématiques...”, 814.

²⁴ Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*, 99-105.

²⁵ The Ottoman authorities perceived Russia as their most dangerous threat, a conviction which proved correct after the Russian occupation of the Ottoman vassal khanate of Crimea. On the other hand, France observed Russian expansion with caution, in particular with respect to Russian penetration into zones of French commercial activity in the Black Sea. By sending military experts, France killed two birds with one stone: while contributing to the containment of Russian expansion in the Black Sea, it also accumulated detailed data about the offensive and defensive potential of the Ottomans. Maps and other information gathered by these experts are to be found at the *Service Historique de la Défense* in Vincennes.

²⁶ On the consolidation of French military engineering, see Hélène Verin, *La gloire des ingénieurs. L'intelligence technique du XVIe au XVIIIe siècle*, Albin Michel, Paris, 1993.

information they gathered and disseminated, during the following two decades, in particular during Bonaparte's expedition to Egypt.²⁷

The arrival of the French engineers represented a new stimulus for the House of Geometry (*Hendesehane*), also known as the House of Geometers/Engineers (*Mühendishane*) of the Imperial Shipyard. Lafitte-Clavé and Monnier de Courtois were commissioned to give a course of fortification there in October 1784.²⁸ Men at the service of the Shipyard in the rank of scribe and others interested in geometry were encouraged to attend twice a week to hear the lectures of the French engineers.²⁹ According to the information Gianbattista Toderini received while visiting the school, the total number of students reached fifty, although their actual attendance was uneven.³⁰ Taking into consideration that the regulations of the *Hendesehane* of 1776 listed 10 students, we

27 On that point see Patrice Bret, "L'Expérience préalable de l'Empire Ottoman dans la Commission des Sciences et Arts de l'Expédition de Bonaparte en Égypte (1798-1801), in Ekmeleddin Ihsanoğlu, Ahmed Djebbar and Feza Günergun (eds.), *Science, Technology and Industry...*, 101-114.

28 This was due to the initiative of the grand vizier Halil Hamid Pasha and with the support of the bombardier-in-chief Campbell Mustafa Agha, a Scottish convert who had worked with Ahmed Bonneval Pasha. As Niyazi Berkes pointed out, the Grand Admiral Gazi Hasan Pasha did not trust the French, after negative experiences with the arrogant baron de Tott, and, more recently, the Truguet incident (Laurent Truguet was a French naval officer attached to the Shipyard school. Without the permission of the Ottoman authorities, he sailed to Egypt on a ship provided by the French Embassy. The British informed Gazi Hasan Pasha about Truguet's contacts with the Egyptian Mamluks, the sultan's vassals, and Hasan Pasha interpreted it as a proof of French plans to stir up a revolt against the sultan in Egypt. It is doubtful whether this was actually the aim of the mission. The French might also have been interested in negotiating protection and favors for their commercial ships and the British might have wished to arouse the suspicion of the Ottoman statesmen in order to prevent the French from achieving it. Truguet later became a prominent figure of revolutionary and imperial France, serving as minister of the Marine and ambassador to Spain during the *Directoire*. He was a distinguished anti-slavery activist. After the revolution of July, he was appointed Admiral. For the Truguet incident, see Niyazi Berkes, *Türkiye'de Çağdaşlaşma*, 80-81 and John Marlowe, *Perfidious Albion: The Origin of Anglo-French Rivalry in the Levant, 1763-1841*, Elek Books, London, 1971, 37-38 and 57-59. For Truguet, see Georges Six, *Dictionnaire biographique des généraux et amiraux français de la Révolution et de l'Empire (1792-1814)*, 2 v., G.Saffroy, Paris, 1934 ; Moreover, Gazi Hasan was part of a clique that plotted against Halil Hamid, promoter of the Ottoman-French cooperation. We do not know whether it was Gazi Hasan's attitude towards the French which led the authorities not to integrate the course of fortification with the ordinary lectures of the school. Nevertheless, his subordinate, the full admiral Seyyid Hasan enthusiastically attended the course. It seems that the reasons for a separate course given during the holidays could instead be attributed to the fact that the lectures did not deal directly with the Navy, as well as with giving an opportunity to attend the lectures to clerks that could not come during the rest of the days, as they were at work.

²⁹ This experience was interrupted in August 1786, when Monnier de Courtois returned to France and Lafitte-Clavé was entrusted with the inspection of the port fortress of Oczakow, with the elaboration of its map and a plan of defense. This mission was deemed more urgent, because of the rapprochement between Russia and France that threatened the future of Ottoman-French cooperation, and due to the Russian transfer of troops towards the Black Sea, interpreted by the Ottomans as a preparation for war. When he came back, Lafitte-Clavé continued teaching in the *Mühendishane* until the summer 1788, despite the fact that the French experts had been called back to France in autumn of 1787. This change in French policy should be interpreted in light of the war: in the conflict between Austria and Russia on one hand, and the Ottoman Empire on the other, France opted for indirectly supporting the Russians. This decision was probably due to recent French-Russian rapprochement and to the need for French trade in the Black Sea to come to terms with the Russians who seemed to have consolidated their rule in Crimea. The treaty of commerce signed between the two countries in Saint Petersburg in January 1787, is a sign of this French-Russian rapprochement. Being advantageous to French commercial interests, it permitted the Russians to press the French authorities to end their collaboration with the Turks. Richard Hellie, "Le commerce français en Russie (1740-1810)", in Jean-Pierre Poussou, Anne Mézin, Yves Perret-Gentil (eds.), *L'influence française en Russie au XVIIIe siècle*, Presses de l'Université Paris-Sorbonne, Paris, 2004, 78. As for the military conflict, two wars actually were waged, a Russo-Turkish one as well as an Austro-Turkish one. Nevertheless, Russia and Austria were secret allies since 1781 and coordinated their operations.

³⁰ Gianbattista Toderini, *De la littérature des turcs*, 163 and 165.

may suppose that the course counted with 10 internal and 40 external students. In 1786, Lafitte-Clavé and Ottoman teachers of this institution, described by the French embassy as *École de Mathématique et de Fortification*, chose among the students seven men who excelled in the study of geometry and arithmetic. From then on, they were to be granted a monthly salary for their regular attendance.³¹ External observers such as Toderini confirm that the students “employed themselves in geometry with great success.”³² When Lafitte-Clavé eventually departed for France, he left behind a group of students which was to become the nucleus of the teaching staff at the schools of geometry that existed during the following two decades. The *Hendesehane* of the Shipyard and the fortification course of the French engineers showed a certain degree of institutionalization and stability, even surviving the dismissal from office and execution of the grand vizier Halil Hamid Pasha, their principal promoter.³³ I share the view of Frédéric Hitzel who insists on the importance of the *Hendesehane* of the Shipyard and the adjoining course of fortification as an institution of education that included scientific training in geometry and in mathematics in general. In his opinion, the important novelty consisted in the fact that it did not produce *ulemâ*, *savants* knowledgeable mostly in divine science, but *mütefennîn*, men of a different profile, rooted in an education in mathematical sciences and their application in military praxis.³⁴ I would also emphasize that in the documents related to the course on fortification, the Ottoman authorities declared their conviction about the key importance of technical and scientific knowledge for the art of war.³⁵ The alliance between war and modern science was sealed.

In the 1780s, there was no consensus, not even a strong movement, among the ruling elites that would articulate the need for a broader reform going beyond the incorporation of up-to-date technology, the training for the military, and the restoration the good old order. Aksan maintains that even “reconfiguring the armed forces generally became a primary preoccupation of Ottoman statesmen only after the utter collapse of the Danube defense system after 1787.”³⁶ However, the

31 *Traduction du Commandement impérial Emané de la Sublime Porte Concernant l'École de Mathématique et de Fortification* and *Traduction de la Patente ou Brevet accordé à chacun des sept Elèves de l'Ecole désignés dans le Commandement Impérial de la Sublime Porte*, SHD, Archives du génie, art. 14 Turquie, box 2, n.8 and 9, both dated to the 17th of September 1786.

32 Gianbattista Toderini, *De la littérature des turcs*, 103.

33 Toderini and several archival documents dated to 1786, more than a year later, confirm it. See: *Traduction du Commandement impérial Emané de la Sublime Porte Concernant l'École de Mathématique et de Fortification*, 17th of September 1786, SHD, Archives du génie, art. 1 Turquie, box 2, n.8 See also Fevzi Kurtoglu, *Deniz Mektepleri Tarihçesi*, 7-8, Genel Kurmay Başkanlığı IX. Deniz Şubesi Yayınları, İstanbul, 1941, 36. According to data provided by M. Kaçar, the selected group of students was guaranteed certain continuity and had the opportunity to benefit from their studies, as their future careers indicate. Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*, 110. For a particular example, see Kemal Beydilli, “İlk Mühendislerimizden Seyyid Mustafa ve Nizâm-ı Cedîd'e dair Risalesi” in Seyyid Mustafa, *İstanbul'da askerlik sanatı, yeteneklerin ve bilimlerin durumu üzerine risale*, (eds. Hüsrev Hatemi and Kemal Beydilli), TÜYAP, İstanbul, 1986, 17-47.

34 Frédéric Hitzel, “Les écoles de mathématiques...”, 819.

35 *Traduction du Commandement impérial Emané de la Sublime Porte Concernant l'École de Mathématique et de Fortification*, SHD, Archives du génie, art. 14 Turquie, box 2, n.8, 17th of September 1786.

36 Virginia Aksan, *Ottoman Wars...*, 135.

experience of the *Mühendishane* can be interpreted as an indication that the awareness of the need for military reform had grown even in the years prior to this major military disaster. As a side effect, the *madrasahs* lost their monopoly on the teaching of the sciences and secular, high-level education became institutionalized.³⁷ Moreover, remarkable changes were taking place in the intellectual environment. Toderini commented on a shift in attitude towards Christian European languages and culture(s), previously regarded as inferior.³⁸ In 1780s, many learned men began to show serious interest in scientific knowledge coming from Christian Europe, as well as in European languages, particularly Italian and French. It was mainly theoretical subjects, mathematics in particular, that drew their attention. This might be surprising at first sight, as practical concerns underlay government's policies, namely the improvement of shipbuilding, navigation, fortification and artillery techniques. However, science was easier to integrate into the profile of a learned Ottoman gentleman, hence its appeal for the *savants*. On the other hand, the translation of more practice-oriented works was also a respectable activity that might contribute to the acquiring of favors and personal promotions. Toderini's remarks, as well as the analysis of the trajectory of the Ottomans related to the *Hendesehane* and to the course on fortification, make me conclude that this enterprise indeed constituted a milestone in the above-mentioned dynamic of change. It intensified the introduction into the Ottoman Empire of technical and scientific developments coming from Western and Central European countries. It brought together men of science coming from very different cultural contexts and stimulated not only mutual interest, but also collaborative work.³⁹ Men related to it -promoters, supervisors, teachers, and students- stand out in the history of

37 Besides the *madrasahs*, highly autonomous establishments specialized in religious sciences, controlled by the *ulemâ*, and financed through pious foundations, there existed also a Palace school (Enderun). It provided education for talented young men who were to become high-ranking bureaucrats. These sultan's servants (or slaves) were originally of Christian origin, but in later periods, young Muslim boys also entered the Enderun through networks of patronage.

38 Gianbattista Toderini, *De la littérature des turcs*, 7-8. “Une autre barrière insurmontable pour le plus grand nombre, qui les empêche d’avancer dans les sciences, et de profiter des nouvelles lumières de l’Europe, c’est l’orgueil de leur littérature, et la superstition musulmane, qui leur fait mépriser toute forme d’instruction qui leur arrive des pays étrangers à leur religion; ils regardent comme une espèce d’opprobre d’apprendre nos langues, qu’ils appellent les langues des infidèles. Mais, de nos jours, ils ont beaucoup rabattu de cette férocité littéraire et ont modéré une superstition aussi barbare. Je connois deux turcs lettrés et d’un rang distingué qui lisent et écrivent l’italien; beaucoup d’autres ont la plus grand envie de l’apprendre. Je fus prié par un habile ingénieur françois, de lui procurer un traité d’algèbre en notre langue, pour un ottoman qui la favoit assez bien. Un jeune turc me demanda avec beaucoup d’insistance les tables des logarithmes, des sinus, des tangents et des sécantes; un autre m’emprunta les éphémérides astronomiques de l’année alors courant 1785, chose inouïe et étrange en d’autres tems.” See also: “Maintenant quelques jeunes turcs cultivent l’algèbre sur des livres européens. Avant de partir de Constantinople, je m’abouchai avec un d’entre eux qui avoit beaucoup de talent, parloit la langue italienne, et savoit autant d’algèbre qu’un européen; cela me fut assuré par deux habiles ingénieurs françois, M. Monnier et M. de la Fitte de Clavé, chevalier de l’ordre Saint Louis.” *Ibidem*, 99

39 Lafitte-Clavé wrote a book called *Traité de Castrométation et de Fortification Passagère* for his Ottoman students. It was translated to Turkish by the superintendent Kasapbaşızade Ibrahim Efendi and printed by the French Embassy press, this detail confirming the determination of the French embassy to contribute to the success of the French experts. Truguet wrote a *Traité de Marine* which was published in Turkish translation, too. Admiral Seyyid Hasan the Algerian, former teacher in the House of Geometry in the Imperial Shipyard, translated Tondus's *Traité du Pilotage et de la Marine*. For a systematic treatment of the scientific production of the men related to this center,

Ottoman science as key figures of the reception and appropriation of knowledge coming from Europe. The configuration of a more receptive environment thus appears as a combination of utilitarian governmental policies and individual initiative, the latter stimulated both by personal interest and a desire for recognition and advancement.

The ascent to the throne of Selim III (ruled 1789-1807) and the catastrophic defeat of the Empire in the war with Russia (1787-1792) triggered an extensive program of reforms known as The New Order (*Nizam-i Cedid*). Ottoman and foreign dignitaries were asked to present proposals of reform in order to strengthen the Empire and regain the dominant position in the international arena that the Ottomans had occupied during previous centuries. The proposals are an eloquent testimony to the worldview of the ruling elites. In the light of recent catastrophic defeats, they focused on the efficient organization of troops and on ways of recruiting and financing them.⁴⁰ Suggested reforms included, besides other issues, the reorganization or abolition of existing military corps, the foundation of new military units *à l'europeenne*, the introduction of up-to-date military technology, and a new impulse to the technical-military education that would include the invitation of Prussian and French experts. Furthermore, the dignitaries stressed the importance of writing and translating books on the art-of-war, on military training, and on the fabrication of arms and other kinds of war materials.⁴¹ Some of the ideas that underlay the proposals presented circulated among Ottoman elites during decades. However, Selim III and his collaborators were the first ones to define a broad plan of action encompassing several fields, boldly admitting its novel character, and to try to put it into practice with limited, but still remarkable success.

see: Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*

40 The authors of the proposals admitted the incapacity of Ottoman troops in battles against the Russians, but the lessons they drew from this differed. There was no consensus on a future-oriented innovation. Some developed their proposals in the framework of the discourse of return to the organization which had been successful in the heyday of the imperial expansion. Others defended a new approach to warfare: including new style military units, new style of training, and reform of the collection of revenues, though they differed as to how to deal with the existing troops. Direct control of the new troops was stressed: the authors regarded the question from the point of view of the sultan's interests, thus fearing troops getting out of control and becoming an efficient socio-corporate group of pressure, as the Janissaries did. Their proposals included a new-style military organization, similarly to the solutions offered by the above-mentioned Ibrahim Müteferrika in the first third of the eighteenth century. The proposals have been analyzed by Cevdet Pasha, *Tarih*, Istanbul, 1885/6; Enver Ziya Karal, *Osmanlı Tarihi*, v.5, *Nizam-ı Cedid ve Tanzimat Devirleri*, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara, 1947; Niyazi Berkes, *Türkiye'de Çağdaşlaşma*, 87-92, and others. All the proposals can be found in manuscripts in the Archive of the Museum of the Topkapı Palace (Topkapı Sarayı Müzesi Arşivi), *TSMA*, n. E.447.

There were also foreign contributors, namely a French artillery officer Bertrand and a Swedish subject Ignatius Mouradgea Tosunyan (or d'Ohsson), son of an Ottoman Armenian Catholic. On d'Ohsson, see: Carter V. Findley, "A Quixotic Author and his Great Taxonomy: Mouradgea d'Ohsson and his *Tableau général de l'Empire ottoman*", *19th International Congress of Historical Sciences Conference*, Oslo, Norway, 6-13 August 2000. <http://www.oslo2000.uio.no/program/papers/m1b/m1b-findley.pdf>.

On 'Ohsson's ideas on engineering education, see: Kemal Beydilli, "Ignatius Mouradgea d'Ohsson (Muradcan Tosunyan)", *Tarih Dergisi*, (34, 1984), 247-314.

41 Niyazi Berkes, *Türkiye'de Çağdaşlaşma*, 88 and 92. Berkes affirms that the reasonable proposals came mainly from civil bureaucrats (the scribal service being a rising socio-corporate group in the 18th century, as Findley has pointed out) and from the *ulemâ*. Note the heterogeneity of the *ulemâ* in terms of their attitude towards introducing innovations based on Christian European models.

In order to better understand the reform activity, we should bear in mind that there was no clear distinction between the civil and the military in the understanding of government among Ottoman elites of that period. Of course, there existed a traditional division of the ruling elites into men of the pen, on one hand, and men of the sword, on the other. However, the men of the sword were an integral part of administrative structures, and as Niyazi Berkes points out: “there was no concept of army that would be separate from civil government, [an army] which won't be [composed of] the sultan's servants, which would develop its unity, its solidarity through its own professional education, discipline and life”.⁴² Selim's reforms would not create this separation; rather they consisted in a new combination of traditional patterns, adding modern methods of training and up-to-date military equipment.

Briefly, the reforms consisted in the foundation of new military units, some of them trained with the help of European experts who were employed by the dozens. Revolutionary France, in need of allies, was particularly ready to provide men, including Polish officers that had emigrated to France either because of their revolutionary sympathies or after their homeland was torn apart.⁴³ Reforms included the creation of a new, separate treasury to finance the new troops. Moreover, the sultan and his servants attempted to reorganize the tax-farming system in order to obtain a regular income to finance the reforms and potential wars. In the context of *Nizam-i Cedid*, the *Mühendishane* of the Shipyard was reorganized and a new *Mühendishane* was established, providing the land armies with learned officers. The two *mühendishanes*, created and run in order to ensure “education and training in the art of war necessary, important and indispensable for the Sublime State (*Devlet-i Âliyye*)”, became centers of the reception and appropriation of European sciences and technology.⁴⁴ They were among the long-lasting achievements of the New Order reforms, surviving the fall of the reform project and of the sultan Selim III himself.

In theory, the *Hendesehane/Mühendishane* of the Shipyard remained opened since the 1780s. However, when Little Hüseyin Pasha, milk-brother of the sultan Selim, was appointed Grand Admiral in 1792 and inquired about the establishment, responsible authorities were not sure whether the professor and the students actually met.⁴⁵ Ottoman statesmen asked the French authorities to send an expert in the “art of shipbuilding” to give a new impulse to naval education

42 Niyazi Berkes, *Türkiye'de Çağdaşlaşma*, 91. There existed a traditional distinction between men of the pen and men of the sword, but the men of sword were part of the administration, performing tasks of government, too.

43 Monnier de Courtois came back, too. For French experts, see Patrice Bret, “L'Expérience préalable de l'Empire Ottoman dans la Commission des Sciences et Arts de l'Expédition de Bonaparte en Égypte (1798-1801)”, in Ekmeleddin İhsanoğlu, Ahmed Djebbar and Feza Günergun (eds.), *Science, Technology and Industry...*, 101-114.

44 The quote from the regulations of the Imperial Military School of Engineers published in Mehmed Esad, *Mir'ât-i Mühendishane-i Berrî-i...*. The date of the regulations was established as 1806 by Kemal Beydilli in *Türk Bilim v Matbaacılık Tarihinde Mühendishâne: Mühendishâne Matbaası ve Kütüphanesi (1776-1826)*, Eren Yayınları, İstanbul, 1995, 78-85.

45 Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*, 116.

and, above all, to see to it that “ships would be built similar to those that were invented and designed in European countries according to the laws of geometry to be used in war and in peace, that are managed with great ease”.⁴⁶ The Grand Admiral and the sultan were aware of the Ottoman dependence on imported engineers. They knew that it entailed a danger of a lack of continuity, as the foreign engineers stayed during a limited time only.⁴⁷ In the opinion of the Grand Admiral, the employees of the Imperial Shipyard should receive training that would make them capable of “designing and building ships according to principles of the science of geometry, either in the Imperial Shipyard or in the provinces.” After proving their ability, these men would be “appointed to the posts of architect of the Imperial Shipyard and promoted to other ranks and multiplied under the protection of his Imperial Majesty”.⁴⁸ When the French naval engineer Jacques B. Le Brun and his helpers arrived at Constantinople, Le Brun began organizing the lectures in the *Mühendishane* of the Shipyard. In 1797, Little Hüseyin Pasha carried out a major reform of the institution. The *Mühendishane* of the Shipyard -officially called the Imperial Naval House of Geometers/Engineers (*Mühendishane-i Bahrî-i Hümayûn*) since 1806- was to provide two kinds of training in “the sciences of geometry needed for the Imperial Navy:” one specialized in the art of the shipbuilding and the other in the art of cartography and geography.⁴⁹ According to the findings of Mustafa Kaçar, there were 55 teachers and salaried students in the *Mühendishane* in 1805. These men were divided into two groups: 41 were linked to the course of the art of cartography and geography and 14 -Muslims and Christians- belonged to the section of shipbuilding.⁵⁰

In the context of the reforms promoted by sultan Selim III, another establishment was founded which was to become the most important training center for technical officers during the nineteenth century. The foundation of this school, studied thoroughly by Kemal Beydilli, was preceded by the reorganization of both the corps of bombardiers and that of the sappers during the

46 *Layihâ* of Little Hüseyin Pasha, *BOA*, MD. 8882, 120-122. (dated to 3rd February 1797). A full transcription of the manuscript in Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*, 196-200. (translation from the Ottoman, based on this transcription, by DM)

47 “...the necessity of order has been cautiously pondered and thus, naval architects engineers also appear so the above-mentioned art/science (*fenn*) is being learnt in the Sublime State, but as the engineers brought from foreign countries only stay temporarily, to prevent the need for importing men once these (foreign engineers) leave, these students will design and build ships according to the principles of the science of geometry, be it in the Imperial Shipyard or in different locations in the provinces.” *Layihâ* of Little Hüseyin Pasha, *BOA*, MD. 8882, 120-122. (dated to 3rd February 1797), in Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*, 196-200. See also Stanford J. Shaw, “Selim III and the Ottoman Navy”, *Turcica*, (1, 1969), 212-241.

48 *Layihâ* of Little Hüseyin Pasha, *BOA*, MD. 8882, 120-122. (dated to 3rd February 1797), in Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*, 196-200. In his proposal of reform, Little Hüseyin also summarized the history of the establishment.

49 *Ibidem*.

50 Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*, 123-124. For the lists of the staff of both sections, see Kemal Beydilli, “İlk Mühendislerimizden Seyyid...”, 41-44 (featuring Christian names in the shipbuilding section, on page 44). As for the employment of non-Muslims as shipbuilders-naval engineers, see: *BOA*, C. BH, file 34, sheet 1611, 30th of June 1800. Several names from the list given by Beydilli -engineer Tanaş, engineer Manol- appear there, besides other non-Muslim expert shipbuilders identified as architects.

1790s. Both corps were given new regulations on September 27, 1792. The corps of bombardiers was to be composed of 995 men, that of the sappers of 200.⁵¹ A *Mühendishane* “similar to that of the Shipyard” was to be founded to provide all bombardiers and sappers, officers and soldiers, with specialized training.⁵² The authorities insisted on both practical and theoretical education, stressing that persons who could only teach theory could not be employed as professors or as assistants in this new *Mühendishane*.⁵³ The course of fortification that had existed in the building of the *Mühendishane* of the Shipyard since the times of Lafitte-Clavé and Monnier moved into the newly-built *Mühendishane* in 1797.⁵⁴ The transfer was justified by the lack of space in the Shipyard *Mühendishane* and by a closer relation of the “art of geometry of the fortification to the geometry of mines”. Again, Ottoman teachers worked together with European experts. This *Mühendishane*, that became officially known as the Imperial House of Land Geometers/Engineers (*Mühendishane-i Berri Hümayûn*), underwent major reforms and received new regulations in 1801 and in 1806. Instead of providing training for the troops of bombardiers and sappers as a whole, only sixty members of these two corps were to receive a more sophisticated education in “practical and theoretical geometry” there. Moreover, junior members of the corps of architects were to join them, to study “the art of architecture and the science of geometry”.⁵⁵ A selected group of students (*mülazım*) was to prepare for becoming specialized geometers/engineers-teachers, to replace their teachers in the future. Finally, four different classes were organized under the direction of Hüseyin Rıfkı Tamânî.⁵⁶ The teachers and the *mülazım* students that received a salary and a food allowance

51 The two corps were to be based in the caserns built in Hasköy. *BOA*, H.Hümayûn, n.3727, 27th of September 1792. Analyzed in Kemal Beydilli, *Mühendishane*, 27-28.

52 “*Les Règlements de SA MAJESTÉ IMPERIALE portent qu'à l'avenir à l'exception des mardis et vendredis, p.36 tant les Bombardiers anciens et nouveaux, tous ceux qui jouissent de fiefs militaires, que ceux qui sont à la solde journalière, se rendront tous les jours avec les Aspirans et leurs Officiers, à tour de rôle, à l'École des Mathématiques, pour y apprendre les arts dont la connoissance leur est nécessaire, et en été ils s'appliqueront aussi à la pratique, en se rendant au lieu destiné à l'exercice, et en hiver ils s'exerceront dans leurs Casernes.*” Mahmoud Rayf Efendi, *Tableau des Nouveaux Règlements de l'Empire Ottoman, composé par Mahmoud Rayf Efendi, ci-devant Secrétaire de l'Ambassade Impériale près de la Cour d'Angleterre*, Imprimé dans la nouvelle Imprimerie du Génie, sous la direction d'Abdurrahman Efendi professeur de Géométrie et d'Algèbre, Constantinople, 1798, 35-36.

53 *Ibidem*.

54 There is some debate about the date. 1797 seems as the most probable one, as the new building was finished that year.

55 The corps of architects, or the household of the architect-in-chief, was a traditional institution. The men linked to it were mainly in charge of the construction and repair of imperial buildings. The knowledge-transmission was organized according to the master-apprentice system. Research still has to be done on the development of this institution in the eighteenth and nineteenth century.

56 Hüseyin Rıfkı stood out for being one of the first Ottoman teachers with the experience of living in Europe. He was sent to England to purchase a steam pump for the Imperial Shipyard and stayed there for several years before he was called back. He understood English, Latin, French, Italian (in addition Turkish, Arabic, and probably also Persian). Moreover, he wrote and translated not only scientific treatises, but compiled books on military engineering from European sources, too, and he actually worked as an engineer. After many years of service, including work as director of the Land *Mühendishane* (Military School of Engineers), he died after returning from a commission to repair the holy shrine in Medina. Mehmed Esad, *Mir'ât-i Mühendishane-i...*, 26. Ekmeleddin İhsanoğlu, *Başhoca İshak Efendi. Türkiye'de modern bilimin öncüsü*, Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara, 1989, 14-15.

were sent to provinces on different commissions of military-technical nature. Wherever they worked, they were supposed to create a map of the place. These maps were to be deposited in the school's library, so the Administration would eventually obtain complete cartographic data about the Ottoman territories.⁵⁷ These reforms meant a decisive step towards a specialized engineering education, though the profile of both schools as a whole was broader, and justifies Berkes' definition of the Land *Mühendishane* as a predecessor of the Military Academy.⁵⁸

This *Mühendishane* played a key role in the transfer and production of specialized knowledge in the Ottoman Empire. Its library, studied by Kemal Beydilli, was equipped with works written in Europe, in the Ottoman Empire, and in other Islamic countries on military technology and on sciences such as mathematics, physics, natural history, and astronomy, but also included the emblematic work of the Enlightenment, the *Encyclopédie*.⁵⁹ During the reign of Selim III, fundamental works of military engineering by authors like Vauban, Blondel, Bélidor, Leblond or Bossut were acquired.⁶⁰ In the following years, members of the staff translated several other works and contributed with their own original production. Moreover, a printing house, an *Imprimerie du Génie* was opened as an establishment associated with the *Mühendishane*, transferred later to Scutari (Üsküdar), giving a new impulse to the use of printing press in the Empire. Moreover, some of the books printed there constitute a remarkable example of a new trend: the effort of the Ottoman ruling elite to shape the image of the Empire and of the sultan's policies in the Christian Europe. Two books in French were printed, one of them written by an engineer, Seyyid Mustafa, explaining and defending the reforms of sultan Selim III. The operation was a success in terms of propaganda, as both books were published in France only few years after their first edition in Constantinople.⁶¹ These books are an extremely interesting proof of the important changes in the worldview of a small, but significant part of Ottoman elites, and as such will be analyzed in the chapter on *Identities and Discourse*. On the whole, like the course of fortification in the mid-1780s, the

57 Mehmed Esad, *Mir'ât-i Mühendishane-i...*, 16.

58 Niyazi Berkes, *Türkiye'de Çağdaşlaşma*, 93. Pertusier's testimony that the teachers served as officers of the staff and went on campaigns supports Berkes' hypothesis. Charles Pertusier (Officier au Corps Royal de l'Artillerie, attaché à l'Ambassade de France près la Porte Ottomane), *Promenades Pittoresques dans Constantinople et sur les rives du Bosphore suivies d'une notice sur la Dalmatie*, vol.1, H.Nicolle, Paris, 1815, 306.

59 A complete inventory was elaborated by Ekmeleddin İhsanoğlu and Kemal Beydilli. The lists are found in Kemal Beydilli, *Mühendishane*, 373-421.

60 *Ibidem*, 181-3, 202-212. Selim III. entrusted Konstantinos Ypsilanti the translation to Ottoman Turkish of Bélidor's *Cours de Mathématiques* and of Vauban's famous *Traité de l'Attaque et de la Défense des Places* and *Traité des Mines*.

61 Séid Moustapha, *Diatribes de l'ingénieur Séid Moustapha, sur l'état actuel de l'art militaire, du génie et des sciences*, Imprimerie Impériale, Paris, 1807 (first edition published in Typographie de Scutari, fondée par Selim II, Constantinople, 1803); Mahmoud Rayf Efendi, *Tableau des Nouveaux Reglements de l'Empire Ottoman, composé par Mahmoud Rayf Efendi, ci-devant Secrétaire de l'Ambassade Impériale près de la Cour d'Angleterre*, Imprimé dans la nouvelle Imprimerie du Génie, sous la direction d'Abdurrahman Efendi professeur de Géométrie et d'Algèbre, Constantinople, 1798.

mühendishanes became centers of attraction for dynamic people eager for knowledge and promotion and *lieux* of interchange between Ottomans and European experts.⁶²

The significance of the *Nizam-i Cedid* reforms consists in an explicit recognition of the novelty of certain elements, as reflected in the very use of the term *new* in the name of the troops of the also New Order and of the New Revenues Treasury. This meant a break with the past when innovations were negotiated in the context of restoring old order.⁶³ Yes, the order was to be reestablished, but to achieve it, important novelties were to be explicitly introduced. European superiority in warfare was publicly acknowledged by explicit imitation which included the use of European-style uniforms. The major focus was still on an efficient military, the tax-system reform being subordinate to this aim. There were also signs of new ideas of government. The plan to map gradually the whole territory, for example, points to the existence of a conviction that an efficient control of the domains had to be based on a detailed knowledge of the physical aspects of the territory. In any case, the reforms were launched in an extremely precarious situation which is hard to understand fully even now and which was indeed extremely hard to deal with for the Ottoman ruling elites of that time. International wars, local notables pursuing independent policies, economic difficulties, the threat different aspects of the reforms represented for a great variety of groups, and the constant fear of alienating them: all made it difficult for the new measures to be efficiently implemented and maintained.⁶⁴

The reforms and the abuse that accompanied them mobilized many different groups in the Ottoman Empire that felt their income, their way of life, and their values were in danger. The opposition to the reforms and their ultimate failure should not be interpreted simplistically as the forces of Darkness triumphing over the forces of Light. Far from being a monolithic block of infidel-hating reactionaries, the opposition ranged from provincial notables threatened by the

62 Men related to these establishments contributed to the circulation and production of technoscience in different ways: teaching, writing treatises, translating, carrying out open-air performances of maneuvers and artillery exercises, and even experiments with balloons with possible military applications. On the other hand, this cooperation had certain highly ambiguous characteristics: the knowledge acquired by foreign experts, as well as the information gathered, was soon to be used in projects of colonial expansion to the detriment of the sultan's domains. As Patrice Bret has found, many French and Polish experts who had spent some time working for the sultan in Constantinople, ended up joining Bonaparte in his failed conquest of Ottoman Egypt. On the balloon experiment, see Ekmeleddin İhsanoğlu, 'Osmanlı Havacılığına genel bir bakış', in Ekmeleddin İhsanoğlu y Mustafa Kaçar (eds.), *Çağın Yakalayan Osmanlı!*, İRCICA, Istanbul 1995, 502 As for the opposite direction of the transfer of knowledge, as well as for the Ottoman territory as *lieu* of the production of knowledge, see Jean Dhombres, "Scientific Motivation for and Mood from the Experience of the Egyptian Expedition", in Ekmeleddin İhsanoğlu, Ahmed Djebbar and Feza Günergun (eds.), *Science, Technology and Industry...*, 91-99. For the trajectories of the experts, see Patrice Bret, "L'Expérience préalable de l'Empire..."

63 See the analysis of Carter V. Findley: "Obviously unable to verbalize their problems in terms of such modern concepts as integration into a Europe-centered world system, activism, or movement away from a traditionalistic order toward a system of rational-legalism, contemporary Ottomans were nonetheless beginning to formulate essential elements of what modern observers understand by such concepts." Carter V. Findley, *Bureaucratic Reform in the Ottoman...*, 119-120.

64 The fact that the sultan devaluated the currency to finance the troops further worsened the living conditions of the masses.

sultan's attempts at getting provincial regions back under central control, to the janissaries who suspected that their corps and status would soon be abolished. Moreover, the latter acted at the same time as a voice of the people suffocated by new taxes and by the devaluation of the currency, and fed up with the shameless display of wealth by the dignitaries and their men of confidence who had become wealthy because of their speculation on tax-farms.⁶⁵ Furthermore, the integration of the Ottoman Empire into the system of international alliances brought with it rapid shifts in alliances that puzzled both dignitaries and the common city-dwellers alike. On the one hand, it brought the Empire into closer contact with other European powers and facilitated cultural interchange. Ambassadors were sent to the capitals of the most important European countries, and started to report not only about European military organization, but also about civil administration, prosperity, industry, and daily life in general.⁶⁶ On the other hand, the fact that such integration was accompanied not only by a proliferation of European diplomats and adventurers in Constantinople distributing revolutionary and anti-revolutionary propaganda, but also by the treason of several Ottoman Greek interpreters, by the attack of France -a long-standing Ottoman ally- on Ottoman Egypt in 1798, and by the opening of the Straits to the Russians, a traditional Ottoman enemy, to help the Ottoman fleet fight the French, made it easily interpretable as a weakness of the sultan *vis à vis* the infidels. On the whole, instead of restoring the balance among the pillars of state as was his duty, the sultan only achieved to disturb it even further, according to many contemporaries.⁶⁷

After Selim III was overthrown in 1807, many of the achievements of his reform efforts were destroyed and some of its promoters were murdered.⁶⁸ And despite the fact that both imperial *mühendishanes* survived the fall of the reformist sultan, the dynamism of previous years seems to

⁶⁵ On Janissaries and their role as agents of popular politics and mediators between the ruling elite and the urban people, see: Donald Quataert, "Janissaries, Artisans and the Question of Ottoman decline 1730-1826" in Donald Quataert (ed.), *Workers, Peasants and Economic Change in the Ottoman Empire 1730-1914*, Isis, Istanbul, 1993, 197-203.

⁶⁶ Patrice Bret, "Diplomacy and Technology: Ottoman Vision of Western Technology in the Sefâretnâme Literature from Selim III's *Nizam-i Cedid* to Mahmud II's (sic) *Tanzimat* Reforms 1789-1839", *Introductory Invited Conference at the First Turkish Congress of History of Technology*, Istanbul 14-17 November 2001. (I thank Patrice Bret for providing me with a full-version of his conference paper). Stéphane Yerasimos, "Le Turc à Vienne ou le regard inverse", in *Hommes et idées dans l'espace ottoman*, Analecta Isisiana XXIX, Les Éditions Isis, Istanbul, 1997, 87-96.

⁶⁷ That is, for, example, the interpretation of the chronicler Âsim who lived in that period, provided in the work of Niyazi Berkes, *Türkiye'de Çağdaşlaşma*, 113. As for an example of the twofold activity of France-based experts and engineers, who, at the same time as they were working for the sultan, gathered information for France and even examined possibilities of a future invasion, see for example: Joseph-Félix Lazowski, "Observations sur l'état présent de la Turquie et sur l'alliance de cette puissance avec la République française", *SHD*, Archives du génie, Art.14 Turquie, box 2, n.12.

⁶⁸ There is a major disagreement on the impact the fall of Selim III exactly had on the Land *Mühendishane* and the question has been posed whether anyone directly related to the school was actually killed. Kemal Beydilli has proven that at least one engineer who was supposed to have been killed, lived well after the date of the uprising. Moreover, Beydilli rather persuasively argues for the concern Selim's successor Mustafa IV showed for the school, providing it with new regulations. Kemal Beydilli, "İlk Mühendislerimizden Seyyid...", 19-20 and 29-30 (for those who maintain Seyyid Mustafa was killed, see footnotes 16-20). Nevertheless, Pertusier's testimony suggests that the dynamism characteristic of the founding years was indeed lost. Charles Pertusier, *Promenades Pittoresques dans*

have been lost. Charles Pertusier, attaché of the French Embassy, visited the Land *Mühendishane* (Military School of Engineers) during his stay soon after the fall of Selim III. His testimony is particularly valuable, as he was an artillery officer who had a clear idea of what he was talking about.⁶⁹ Pertusier highly appreciated the library, the instruments, and the equipment of the school in general, and felt solidarity with his Ottoman colleagues. However, he remarked that the establishment “fell into lethargy” and that “the government forgot it, as it could not protect it.” According to him, the teacher-engineers actually served as officers of the staff and went on expeditions. Moreover, the government employed them in the inspection and amelioration of the garrisons and fortifications on the European frontier of the Empire. From other sources we know that the students worked in the provinces, too.⁷⁰ The situation probably got worse after the director Hüseyin Rıfkı Tamânî left the school in 1816, but it was not until mid-1820s that the authorities started to pay a closer attention to the *status quo* of the two schools. Only then did a report inform the authorities about the state of neglect of the Naval *Mühendishane*.⁷¹ The Land *Mühendishane* (or Military School of Engineers) seems to have been in a better shape, though in 1830 the commander-in-chief Hüsrev Pasha presented a very critical report which served as an impulse for the reform of the institution in the following years.⁷²

Nevertheless, the two *Mühendishanes* guaranteed a certain continuity in the reception and appropriation of European technoscience in the Ottoman Empire during this period. Some of the teachers engaged in the translation and compilation of European scientific books and used their works during their lectures. The most remarkable example is that of Yahya Naci Efendi, an Ottoman Orthodox who had converted to Islam, whose translations and compilations introduced the Ottomans to the work and experiments of Lavoisier and to the late eighteenth century developments in chemistry, physics, and natural sciences in general. Moreover, the contribution of this teacher in the Land *Mühendishane* (or Military School of Engineers) consists also in his effort to extend scientific terminology into Ottoman Turkish in order to include the latest contributions of European science.⁷³

Constantinople..., vol.1, 303-306 and vol.2, 130-134.

69 Charles Pertusier, *ibidem*. As an artilleryman, he was disappointed that there were only bombardiers, sappers and architects in the school, and that the artillerymen received training through practice only.

70 Ekmeleddin İhsanoğlu, *Başıhoca İshak Efendi...*, 14-15. The laws regulating such practice are included in the regulations of 1806.

71 İsmail Hakkı Uzunçarşılı, *Osmanlı Devleti'nin Merkez ve Bahriye Teşkilatı*, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara, 1984, 543.

72 Published in Ekmeleddin İhsanoğlu, *Başıhoca İshak Efendi...*, Appendices, document n.8.

73 In his youth, Yahya Naci studied in Europe, though we have no precise information on where and what exactly he studied. Besides teaching in the *Mühendishane*, he was also the first Muslim translator in the Imperial Divan (traditionally, Phanariot Greeks were employed). About his work, see Ebru Ademoğlu, “Yahya Naci Efendi ve fırlatılan cisimlerin hareketiyle ilgili eseri 'Risale-i Hikmet-i tabbiyye' (1809)”, *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, 5 (1, 2002), 25-56; Feza Günergun, “Deneylerle elektriği tanıtan bir Türkçe eser: Yahya Naci Efendi'nin *Risale-i Seyyale-i Berkiyye'si*”, *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, 9 (1-2, 2007-2008), 19-50.

2. *Expansion of the Administration, Growth of Foreign Intervention*

After a period of extreme instability when local notables tried to profit from the vacuum of power and impose on the ruler a contract (or charter) that would institutionalize and establish as hereditary their role in the Empire, sultan Mahmud II (ruled 1808-1839) worked slowly, but successfully to strengthen his authority. This effort led to the establishment of what could be defined as an enlightened absolutist monarchy. His efforts in the first decades of his rule were focused on limiting the power of local notables in favor of the central government, as well as on prevention and suppression of internal threats to the integrity of Ottoman territory. The latter was a phenomenon on the rise that Ottoman rulers would have to deal with during the nineteenth century. Aside from independence movements among the Christian populations, several Muslim notables achieved high level of autonomy, pursuing *de facto* independent policy. The most blatant case was that of Muhammad Ali, originally an Ottoman official of Albanian roots, who established himself as reformist ruler in Egypt, recognizing the suzerainty of the Ottoman sultan.

The events in Egypt are worth mentioning, as they played a key role in the new wave of reforms initiated by Mahmud II. Muhammad Ali skillfully benefited from the power vacuum in Egypt after the French were beaten by the British - Ottoman alliance. The French destruction of Mamluk rule had actually eliminated the obstacles that would have possibly rendered Muhammad Ali's ambitious reforms much more difficult. These reforms were directed not only towards strengthening his personal dominion over this Ottoman province, but also towards creating a military and economic basis for a strong Egyptian state. For the purpose of this study, let us mention that among other measures, Muhammad Ali pursued a systematic policy in the area of public works. It focused mainly on establishing control over the distribution and use of water. He and his local and foreign collaborators were well aware of the fact that the production of cotton and other crops in the vicinity of the Nile was the cornerstone of Egyptian economy. With the help of foreign experts, including French Saint-Simonian engineers, Muhammad Ali promoted the foundation of engineering schools on the French model. Furthermore, they launched the elaboration of a cadastre and created a corps of engineers for irrigations between 1821 and 1835. Moreover, a centralized administration of Public Works was established, organizing the work of the corps engineers in the provinces. Ghislaine Alleaume identifies this corps and the Egyptian administration of public works as a synthesis of local traditions, particularly in the organization of the workforce, and the French model of *Ponts et Chaussées*.⁷⁴ Aside from the patterns inherited from the Ottoman

⁷⁴ Ghislaine Alleaume, "La mise en place du Corps des irrigations en Égypte (1821-1835): entre tradition nationale et imitation de l'Europe", in Irina Gouzévitch and Patrice Bret (eds.), *Journées d'étude. Naissance d'une communauté internationale d'ingénieurs (première moitié du XIXe siècle)*, CNRS, Paris, 1997, 78-99.

administration, such as the obligation for the engineers to keep journals detailing their work every day, the 1835 regulations bear striking similarities with the 1836 regulations of the Spanish corps of *Caminos*, in such areas as territorial distribution, hierarchy, institutions of self-government, discipline, and control. This is undoubtedly due to the inspiration of both regulations took from the regulations of the French corps of *Ponts et Chaussées*.⁷⁵ However, there is a fundamental difference between the French and Spanish corps of this period on one hand, and the Egyptian one on the other. While the French and the Spanish corps were to be supplied exclusively by the schools of engineering, the Egyptian corps accepted –aside from graduates of the local engineering schools– also the promotion of experienced engineer-practitioners who worked in the local administration of hydraulic works for decades.⁷⁶

Organizing the administration of Public Works was not the only remarkable achievement of Muhammad Ali's rule in the area of our interest. Sending young men to study in Europe represented a crucial policy that served as an example to the Ottoman authorities. It seems that the first students were sent to Italy already in 1809.⁷⁷ According to A. H. Mohammad, “three small groups, totaling 28 students, were sent between 1813 and 1825 to Italy, France and England to learn engineering, military subjects, ship building, navigation, hydraulics and mechanics.”⁷⁸ Another important “educational mission” took place in 1826, when 44 men provided with scholarships were sent to France to study different subjects ranging from agriculture to diplomacy.⁷⁹ Between 1809 and 1849, 349 talented young men of different religious and ethnic backgrounds were sent to Europe, mostly to France and Great Britain.⁸⁰ Egyptian authorities even founded an *École égyptienne* in Paris which provided transitional education for these men (in 1833, 115 students were enrolled

75 Compare: “Annexe. Le Règlement du Corps des ingénieurs des provinces. Qanûnnâmeh al-muhandisîn bi-l-aqâlîm (Traduction)” in Ghislaine Alleaume, “La mise en place...”, 92-99 and “Reglamento orgánico del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, canales y puertos de 1836”, *Revista de Obras Públicas*, (1, 1864), 2-11. Of course there are remarkable differences, too, such as the existence of corporal punishments in the Egyptian regulations, or these regulations foreseeing the possibility of the engineers being bribed by the workers. Alleaume identifies the 1804 regulations of the French Corps des ponts et chaussées as the exact source of inspiration for the Egyptian regulations. The Egyptian corps was designed by Linant Pasha, a French naval officer who lived in Egypt since 1818. When the corps was created, Linant became his first engineer-in-chief to be replaced in 1863 by an Egyptian, Ali Mubarak. Ghislaine Alleaume, “La mise en place du Corps...”, 82 and Jean Mazuel, *L'oeuvre géographique d Linant de Bellefonds, étude de géographie historique*, Société royale de géographie, Cairo, 1937. As for the 1804 regulations of the French Corps des ponts et chaussées, see André Brunot and Roger Coquand, *Le corps des ponts et chaussées*, CNRS, Paris, 1982, 665-677.

76 All engineers received the regulations in Turkish and Arabic, so they could not claim ignorance. Alleaume assures that the research in archives of the Diwân indicates that the regulations were generally followed.

77 F. Robert Hunter, *Egypt Under the Khedives, 1805-1879: From Household Government to Modern Bureaucracy*, University of Pittsburg Press, Pittsburg, 1984.

78 A.H. Helmy Mohammad, “The Introduction and Reception of Modern Science and technology in ‘Ottoman’ Egypt in the Nineteenth Century” in Ekmeleddin Ihsanoğlu, Ahmed Djebbar and Feza Günergun (eds.), *Science, Technology and Industry...*, 117.

79 Alain Silvera, “The First Egyptian Student Mission to France under Muhammad Ali”, *Middle Eastern Studies*, 16 (2, 1980), 1-22.

80 Robert Hunter, *Egypt Under the Khedives...*

there).⁸¹ Several of these students were to become engineers. Anne Kazazian points to the case of Hovsep (or Youssef) Hekekian: he was sent to Paris in 1828 and later pursued his studies in engineering in Great Britain. After his return in 1835, he was appointed director of the Egyptian *École Polytechnique*.⁸² Hekekian Bey's case is doubly significant, both for his fast career and for being an example of an Armenian interested in engineering. As we will soon find out, both patterns would appear in nineteenth-century central Ottoman administration, too. The prominence of Ottoman Armenians within the administration of public works (in the second half of the nineteenth and the beginning of the twentieth century) and in the first Istanbul-based professional organizations of engineers and architects in the Ottoman Empire (created in the first two decades of the twentieth century) had undoubtedly a close relationship to their centuries-long tradition of involvement in architecture and engineering. Egypt, *de iure* still a part of the sultan's domains, and fully integrated into the Armenian networks that spread across the Mediterranean, was no exception in this respect. On the whole, we may conclude that during Muhammad Ali's rule a set of technoscientific policies were developed, including the invitation and employment of foreign experts, educational missions, and the foundation of local institutions (schools, corps). As a result, a new bureaucratic and scientific elite came into existence. While Muhammad Ali's policies aimed at strengthening Egypt and making it self-sufficient in the long-run, British colonialism was to change the course of history in the last third of the nineteenth century. However, the colonizers had to deal with these new Egyptian elites and integrate them into their structures of government.

This Egyptian success story was a serious challenge to the authority of the sultan (Muhammad Ali's troops easily beat his) and put in jeopardy Ottoman rule over Syria. Luckily for Mahmud II, Great Britain, France, and Russia became seriously concerned about the emergence of a strong power in the Eastern Mediterranean that could compete with them both on economic and military terms.⁸³ Therefore, on several occasions European powers decided to support the Ottoman sultan whose position was weak enough so that they could impose on him economic measures convenient to their interests. The rivalry among European powers and the fear of an imbalance of powers, both efficiently exploited by the Ottoman diplomacy, were other factors that were to play in favor of the survival of the Ottoman Empire during the nineteenth century.

81 Klaus Kreiser, "Étudiants Ottomans en France et en Suisse (1909-1912)", in Daniel Panzac (ed.), *Histoire économique et sociale de l'Empire ottoman...*, 844.

82 Anne Kazazian, "Meguerditch Margossof (Trieste 1840-Le Caire 1919). Un notable arménien d'Égypte presque ordinaire", in Méropi Anastassiadou-Dumont (ed.), *Médecins et ingénieurs ottomans à l'âge des nationalismes*, Maisonneuve et Larose/Institut français d'études anatoliennes, Paris/Istanbul, 2003, 212.

83 On the destruction of the Egyptian "success story", see: Timothy Mitchell, *Colonising Egypt*, The American University of Cairo Press, Cairo, 1988. Mitchell's and other historians' thesis is subject to debate. There is an ongoing polemic about the actual possibilities of nineteenth century Egypt and about the effects of international intervention. Mitchell is also an author of a very inspiring book of essays on techno-politics in 20th century Egypt: Timothy Mitchell, *Rule of Experts: Egypt, Techno-Politics, Modernity*, University of California Press, Berkeley, 2002.

Mahmud II learned several lessons from the developments in Egypt, as well as from the losses of territory due to interior rebellions and independence movements, that were to constitute the most important threat to the integrity of his realm in the nineteenth century. An ambitious military reform became a necessity, and the conviction that it could not be carried out without a broader reform of the administration became widespread among the sultan's close collaborators. In order to ensure the success of his attempted conquest of power, Mahmud II decided to eliminate the power of those who could rival him once and for all. In 1826, the Janissary corps was suppressed.⁸⁴ Regional notables were neutralized in a subtler way: they were deprived of their military role when a central conscription of peasants was established.⁸⁵ Mahmud II and his high-ranking servants identified the problem of leadership as one of the main issues to be dealt with in relation to the organization of this new Muslim "citizen army," as Virginia Aksan and Odile Moreau have called it. Therefore, a Military Academy (*Harbiye*) was created to produce officers with a modern, European-style military and scientific education.⁸⁶ This school was soon to become one of the most prestigious centers of modern education in the realm.

The staff of the recently created Military Academy was largely composed of graduates of the Land *Mühendishane* (Military School of Engineers). *Mühendishane*, reformed by its new director, a Jewish convert to Islam Ishak Efendi, also provided men for the posts of technical officers of the newly founded Trained Victorious Troops of Mohammed (*Muallem Asakir-i Mansure-i Muhammediye*).⁸⁷ *Mansure* engineers were sent on missions to build and repair roads, buildings, and fortifications throughout the Ottoman territory. During the following decades, the position of the *Mühendishane* graduates within the armies was further redefined. While many continued to be distributed among different regiments, a regiment of engineers (*mühendis alayı*) was created in 1841, based on the reformed regiment of sappers. A second regiment was added in 1844, and their name was changed to fortification regiments (*istihkam alayları*).⁸⁸ Industrial

84The Janissaries that were not willing to integrate into the newly founded troops and revolted against these were massacred by cannon fire on a square where they gathered. Significantly, in 1811, Muhammad Ali eliminated the Egyptian Mamluks by inviting their leaders to a feast, then trapping and massacring them by a fusillade of his loyal Albanian troops. We may speculate that Mahmud II only resolved to kill the Janissaries after they mutinied.

85As Donald Quataert points out, there is an ongoing debate among the experts on 19th century Ottoman history: Should the fact that notables occupied posts in the newly created provincial institutions of government (particularly in the assemblies) be interpreted as a partial failure of centralizing attempts or rather as a symbiosis, that is, a power-sharing between central and regional elites? Donald Quataert, *The Ottoman Empire, 1700-1922*, 63-64.

86Virginia Aksan, "Breaking the Spell of Baron...", 258; Odile Moreau, *L'Empire ottoman à l'âge des réformes. Les hommes et les idées du "Nouvel Ordre" militaire, 1826-1914*, Institut Français d'Études Anatoliennes/Maisonnette&Larousse, Paris/Istanbul 2007, 16.

87On Ishak Efendi, see Ekmeleddin İhsanoğlu, *Başıhoca İshak Efendi*. On the employment of engineers from the Military School of Engineers in the newly created troops, see BOA, HAT, file 301, sheet 17914, 21th of June 1830.

88The two regiments had a joint commander, ranking as major general (first being Selim Pasha). Each regiment counted on four commanding engineers-officers, ranking colonel, lieutenant colonel and 2 majors. See more on these regiments in the chapter *Work of Engineers*. As for the sources, see Ahmed Sırrı, *Mühendishane-i Berr-i Hümayun Nazırı İstihkam Feriki Saadetlü Ahmed Sırrı Paşa Hazretlerinin Sergüzeşti* (a transcription of the manuscript of the memoirs of Ahmed Sırrı Pasha, a prominent Ottoman military engineer. The author would like to

regiments (*sanayi alayları*) were founded by Halil Pasha, a *Mühendishane* graduate who had studied gun casting and iron technology at Woolwich arsenal. Their aim was to reorganize the production of war material and keep it up-to-date.⁸⁹ The Military School of Engineers underwent a major reform in 1848, which is analyzed in the chapter *Education of Engineers*. It was divided into two sections: one for fortification officers/architects and the other for artillerymen. In 1872, the School was transferred to the prestigious Military Academy, where it remained until 1878.⁹⁰ The Naval *Mühendishane*, which had fallen into a profound lethargy after the fall of Selim III, was transformed into the Naval Academy in 1827, preserving a section for shipbuilders that provided specialized technical education. The Academy of Medicine (*Tıbbiye*) was another military school founded during the reign of Mahmud II that came to enjoy great prestige. This school, in which European teachers led by the young Austrian Karl A. Bernard were joined by Ottoman Greek and Armenian doctors, as well as by experts in medicine from the *ulemá*, offered lectures in French. Since the reform period of the Tanzimat (1839-1876), it was opened to Muslims, Christians, and Jews.⁹¹

The second half of the reign of Mahmud II represents a period when the germs of radical changes in the understanding of political power first appeared.⁹² In order to exercise efficient control over the territory and re-organize relations among different groups of the population, the sultan took decisive steps towards consolidation and expansion of the Administration. The role of the institutions of government was no longer to be limited to providing justice, collecting taxes, and organizing warfare. Henceforth, a more interventionist vision of the tasks of the state (*devlet*) developed, but not without negotiation and conflict. In this respect, the Council of Beneficial Matters (or Council of Useful Activities, *Meclis-i Umur-i Nafia*) represents a definition of new areas of governmental action. The term *nafia*, which was later understood mainly as amelioration through public works, referred in that period to beneficial acts in general, to different ways of amelioration, from the mobilization of resources to the spread of the education, as

thank prof. Emre Dölen, historian of science and descendant of Ahmed Sırrı Pasha, who provided the author with the transcription of the original manuscript in his possession).

⁸⁹Feza Günergun, "Trained in Europe ..."

⁹⁰Mehmed Esad, *Mir'ât-i Mühendishane-i...*, 74-77 and 100.

⁹¹On the Academy of Medicine, see Major Elhaç Rıza Tahsin, *Mir'at-ı Mekteb-i Tıbbiye*, Istanbul 1906. An edited transcription published as Binbaşı Elhaç Rıza Tahsin, *Tıp Fakültesi Tarihçesi (Mir'at-ı Mekteb-i Tıbbiye)*, (ed. Aykut Kazancıgil), Özel Yayınları, Istanbul 1991. All these institutions of higher education suffered serious difficulties due to the rudimentary level of primary education in the Ottoman Empire. Considered basically as the necessary preparation of Muslims for the afterlife, elementary education was left in hands of the religious establishment and focused overwhelmingly on religion. Therefore, institutions of higher learning had a difficult time recruiting students who would already have even a basic knowledge in mathematics and other subjects and were obliged to provide elementary education to students before starting specialized lectures. See more in chapter *Education of Engineers*.

⁹²See for example Stanford J. Shaw and Ezel Kural Shaw, "The Beginning of Modern Ottoman Reform: The Era of Mahmut II, 1808-1839", in *History of the Ottoman Empire and Modern Turkey*, Vol. II, *Reform, Revolution, and Republic. The Rise of Modern Turkey, 1808-1975*, Cambridge University Press, Cambridge, 1977, 1-54.

well as to the support of commerce, industry, and agriculture, comparable to the contemporary Spanish concept of *fomento*.⁹³

Expansion of the institutions of government, initiated during the reign of Mahmud II, was set into a novel framework soon after his death, when his successor Abdülmecid I (ruled 1839-1861) proclaimed the famous Noble Edict (*Hatt-ı Şerif*) of Gülhane in November 1839. This act triggered the era of *Tanzimat*: a time of systematic administrative reorganization, as well as of the expansion of action of the central and of the local government. Consensus was growing among the Ottoman ruling elites that the relation of the dynasty with its subjects had to be redefined in order for the Empire to be governable (taking into consideration the spread of secessionist movements and of the ideals of the French Revolution, especially in the Balkans) and to prosper in international competition. State-building took place in a regime established by the above-mentioned Edict, a sort of *charte*, in which the sultan agreed to respect legal measures issued by himself and by a series of non-representative collective bodies composed by designated members of Ottoman elites (Muslim, Christian, and Jewish). Among the most important novelties, the new legal measures regarded the Ottoman population as a whole (using the term *tebaa*) and declared the principle of equality before the law of Ottoman subjects of all recognized religions. Moreover, the Edict guaranteed all subjects protection against the arbitrary use of power (protection of life, property, and honour).

We have to bear in mind that this reform activity took place in the context of the increasing direct intervention of European powers and economic agents in the Ottoman Empire. Ottoman rulers became highly dependent on alliances with these powers in order to protect the realm from territorial losses due to both external aggression and internal separatist/independence movements.⁹⁴ The Crimean War (1853-1856) meant a definitive integration of the Ottoman Empire into the so-called *concert of Europe*, while at the same time Ottoman lands were the object of the expansionist desires of both the governments and the public of European powers.⁹⁵ These desires, closely intertwined with the legitimizing discourse of *civilization*, had a twofold dimension. First, it developed around the notion of protecting (and establishing cultural hegemony over) brother nations that *suffered under the Turkish yoke*. The old appeal to Christian solidarity blended with a

93Or the changing concepts of *nafia* and *imar*, see a fundamental study by İlhan Tekeli and Selim İlkin, "Mustafa Celaleddin Bey'in 'Bir Eyaletin Islah ve İmarı Hakkında Mükaleme' Adlı Risalesi ve 19.Yüzyıla Osmanlı İmparatorluğu'nda İmar Kavramının Gelişimi Üzerine Düşünceler", *XI. Türk Tarih Kongresi, Ankara, 5-9 September 1990*, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara, 1994, 1469-1492.

94There is an extensive bibliography on the so-called "Eastern Question". For a classic, see M.S. Anderson, *The Eastern Question 1774-1923: A Study in International Relations*, Macmillan, London 1966.

95For a Lacanian analysis of the construction of the Orient in Western European imagery, in a close relation to the Ottoman Empire, see Alain Grosrichard, *Structure du sérail: La Fiction du despotisme asiatique dans l'Occident classique*, Seuil, Paris, 1978. For the construction of the Orient, the configuration of the idea of *mission civilisatrice* and the desire of colonial expansion, see Edward Saïd, *Orientalism*, Pantheon Books, New York, 1978 and Rana Kabbani, *Europe's Myths of Orient*, Indiana University Press, Bloomington, 1986. For an interesting study of the "mental background and outcome" of the French expedition to Egypt, with a special focus on engineers, see the

new line of argument accusing *Oriental despotism* of depriving these peoples from *freedom* and *progress*.⁹⁶ The second impulse appealed directly to conquest (Russia, Austria) and colonial rule (Great Britain, France). Nevertheless, Donald Quataert maintains that, as a whole, European powers, jealous of one another, allowed the Ottoman Empire to survive and even encouraged the emerging administration to expand its field of action. As long as the Ottoman government kept its non-protectionist economic policies which served the interests of European companies, governing elites of the European powers generally considered that the unity and relative stability of the Ottoman Empire created the best environment for them to promote their agendas in the Ottoman territory.⁹⁷ At the same time, they sought to perpetuate the state of a chronic institutional, economic, and military weakness, this balancing over the precipice so characteristic of the Empire during the second third of the nineteenth century, as it allowed them to intervene conveniently and to block any attempts of the Ottoman authorities to pursue more independent policies. After the Crimean War, the intervention of European powers in the policies of the Ottoman government reached unprecedented levels. European powers (i.e. their governments and companies, often in efficient coordination) benefited from the extreme financial difficulties of the Ottoman Treasury, always eager for income to spend on war and reform. They offered the tricky solution of loans which in the 1860-1870s introduced the Empire to levels of financial dependence that some historians have classified as semi-colonial.⁹⁸ In this complex situation, Ottoman statesmen had to learn to maneuver, using international competition among the powers (mainly Russia, Great Britain, and France) to open up some space for autonomous action.

While stating that the main principles of the reform edicts were only partially put in practice would be sinfully optimistic, the expansion of administrative intervention can hardly be contested.⁹⁹

above-mentioned study of Jean Dhombres, "Scientific Motivation for and Mood...".

96On the Western European construction of the Balkans, see Maria Todorova, *Imagining the Balkans*, Oxford University Press, Oxford/New York, 1997. For Greece, see Stathis Gourgouris, *Dream Nation. Enlightenment, Colonization, and the Institution of Modern Greece*, Stanford University Press, Stanford, 1996.

97Donald Quataert, "The age of reforms, 1812-1914", in Halil Inalcik and Donald Quataert (eds.), *An Economic and Social History of the Ottoman...*, 762.

98The inability to pay the interests of these loans led to a declaration of bankruptcy in 1875 and the following establishment of the Public Debt Administration. For an authoritative study on the impact of European capitalism on the Ottoman economy, see Şevket Pamuk, *The Ottoman Empire and European Capitalism, 1820-1913. Trade, Investment and Production*, Cambridge University Press, Cambridge, 1987. There exists an ongoing debate on the significance of the economic relations between European powers and the Ottoman Empire during the 19th century. While many Turkish and foreign economic historians insist on the negative political and economic effects of the opening-up of the Ottoman market to "imperialist" European economic agents, insisting on de-industrialization and a *de facto* weakening of sovereignty, others opt for a more consensual, optimistic vision of an integration to the world economy and an important motor of socio-political transformation. For the second view, see for example Zafer Toprak, "From Liberalism to Solidarism: The Ottoman Economic Mind in the Age of the Nation State (1820-1920)", in Raoul Motika, Christoph Herzog and Michael Ursinus (eds.), *Studies in Ottoman Social and Economic Life*, Heidelberg Orientverlag, Heidelberg, 1999, 171-190.

99Discussing the results of the reforms of the armies, Quataert maintains the following: while the reformed army was not able to prevent territorial losses, it proved extremely successful in imposing the authority of the central government on notables, guilds, tribes, and other internal alternative powers, regaining thus the resources from the

During the Tanzimat, the institutionalization of central government initiated by Mahmud II gained momentum and the separation between the Palace on one hand and the institutions of government and administration on the other, though blurred on both a symbolic and operational level, became more pronounced. The power shifted from the Palace to the office of grand vizier, also known as the Sublime Porte. Formally, however, there existed no government in the sense of a cabinet with collective responsibility, and, as Shaw and Kural Shaw have pointed out, ministers were appointed by and responsible to the sultan, not to the grand vizier, a Council of Ministers playing the role of coordinating body.¹⁰⁰ As Carter Findley affirms, the expansion of the functions of government led to the creation *ad hoc* of small, specialized conciliar bodies that often constituted the nuclei of regular bureaucratic departments or ministries.¹⁰¹ Ministries acted as both executive and legislative bodies. A dual structure gradually developed of executive directions and departments (*müdürlük, idare*) and consultative bodies, councils (*meclis*). Characteristically for the Ottoman Administration of that period, stable executive departments included short term committees (*komisyon*) in charge of particular projects, as was the case, for example, with the construction of a railway.¹⁰²

As the structures of government transformed, a new kind of figure emerged, that of *memur* (a government official or civil servant), that was to replace the *kapıkulları*, the servants of the sultan formally considered his slaves. These employees of the state were mainly recruited through clientele system, passing through the households of the dignitaries. The Administration worked as an efficient vehicle of social promotion, permitting talented men of humble origin to rise to the highest posts. However, it also perpetuated clientele networks inside of the state, contesting its monopoly on loyalty and service.¹⁰³ During the second half of the nineteenth century, the role of schools in the production of *memurs* became more prominent.¹⁰⁴ Newly created schools ended up

provinces for the Treasury. Donald Quataert, "The age of reforms, 1812-1914", in Halil Inalcık and Donald Quataert (eds.), *An Economic and Social History...*, 768.

100Stanford J. Shaw and Ezel Kural Shaw, "Era of Modern Reform: The Era Tanzimat, 1839-1876", in *History of the Ottoman Empire and Modern Turkey*, vol. 2, *Reform, Revolution, and Republic...*, 71-83.

101Carter V. Findley, *Bureaucratic Reform...*, 176.

102Carter V. Findley, *Bureaucratic Reform...*; Stanford J. Shaw and Ezel Kural Shaw, "Era of Modern Reform...". There are also particular documents referring to these commissions. It is difficult to confirm to what extent the Ottoman Administration was influenced by the Napoleonic model. Though a superficial look inevitably suggests such an inspiration, the historical development of the Administration raises doubt about too early and too direct an influence. The councils, originally of an advisory character, gradually adopted both executive and legislative functions, and played a prominent role, while the departments (*idare*, or *kalem*) consolidated only later. Nevertheless, this topic deserves a thorough study.

103Niyazi Berkes, *Türkiye'de Çağdaşlaşma*, 185-191. On 19th century Ottoman Administration see Carter V. Findley, *Bureaucratic Reform in the Ottoman...* and a newer approach by the same author: *Ottoman Civil Officialdom: A Social History*, Princeton University Press, Princeton, 1989.

¹⁰⁴ An appointment to a high post in the bureaucracy ceased to be the kind of Russian roulette it had been during previous centuries when many viziers and grand viziers ended up executed. Definitely, it was safer to be the sultan's *memur* (servant, official) than it had been to be his *kul* (slave). Executions of high-ranking sultan's servants were generally replaced with the punishment by exile, most often a temporary one. On the other hand, inter-community violence, previously rather limited, increased as the 19th century progressed towards its end. See a thought-provoking analysis on violence in the Ottoman Balkans in Mark Mazower, "Epilogue: On Violence", in *The*

producing confident, new-style elites who considered themselves as loyal representatives and supporters of the state but were also ready to oppose a particular regime if they judged it damaging to the interests of the Empire.

The administration of public works developed only gradually and has not yet been thoroughly studied. During the Tanzimat, it consisted mainly of the Council of Public Works and the Department of Roads and Bridges, both attached to the Ministry of Trade and Agriculture (or the Ministry of Trade and Public Works).¹⁰⁵ Consolidated departments (for example the Department of Roads and Bridges) and councils were often shifted from one ministry to another. An independent Ministry of Public Works came into existence only at the end of the period. The founding Regulations of 1870 defined its areas of action as follows: roads and bridges, railways, mines, post, and telegraph. They also foresaw a creation of a civil engineering school to supply the different branches of the public works administration.¹⁰⁶ However, the school was not created until 1883 and neither did the Ministry consolidate all of the above-mentioned areas of action under its roof. The Ministry itself was on several occasions united with the Ministry of Commerce. As for the imperial mines, some of them were attached to military institutions (e.g. the Imperial Shipyard managed the Ereğli Coal Basin), though in 1876, the Ministry of Finance was officially put in charge of their administration. While a Department of Telegraph existed since 1855 at the Grand Vizirate (*Sadaret*), a joint Ministry of Post and Telegraph was created in 1871.¹⁰⁷ The administration of forests depended on the Ministry of Finance. Taking into consideration this complex and evolving organization, in the following paragraphs I will summarize the developments in the area of public works. I will also include other fields of action that appear linked to the work of people that were defined as engineers.

First of all, it should be emphasized that the activity of the Ottoman government in public works cannot be analyzed without mentioning foreign enterprise. The role of the Ottoman administration in public works and the relationship between Ottoman authorities and foreign companies is a highly complex issue. Sultan Abdülmecid I (1839-1861) himself linked public works with the prosperity of his people, placing himself in the role of the guarantor of the happiness

Balkans: A Short History, Modern Library, New York/Toronto, 2002, 145-155.

¹⁰⁵The Ministry of Foreign Affairs played a key-role in the development of institutions and policies. Thus, for example, a council on trade and agriculture of the Ministry of Foreign Affairs later developed into the Ministry of Trade. This is particularly interesting for the purposes of our analysis, as this ministry -which frequently changed its name and competences during the following decades- was in charge of Public Works for several periods of time. A monograph on the Ottoman Ministry of (Trade and) Public Works is still to be written.

¹⁰⁶ Shaw states this Ministry was created in 1870 (the regulations of the Ministry in *Düstur*, I, vol.4, 480-483). Stanford J. Shaw and Ezel Kural Shaw, "Era of Modern Reform...", 74. Nevertheless, Yaver Pasha appears as Minister of Public Works already in 1868. There was a Department of Public Works attached to the Council of State, too. The Regulations of Mart/April 1870 are reproduced in Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu*, 529-532.

¹⁰⁷On this topic, see Tanju Demir, *Türkiye'de Posta Telgraf ve Telefon Teşkilatının Tarihsel Gelişimi (1840-1920)*,

and prosperity of his subjects. Nevertheless, a chronic lack of finance (neither the Treasury nor local capital could afford the costs of vast public works projects) and heavy dependence on foreign knowledge and technology, as well as the general geopolitical situation often prevented the central government from defining and imposing its own strategic interests. While fortifications and other strictly military tasks were defined by the Ottoman state officials and performed by Ottoman military engineers, the development of costly infrastructures (e.g. the construction of railroads, enlargement of ports, etc.) was, to a great degree, shaped by foreign economic and political interests. Railway-building, in particular, could entail a complex negotiation in which different agents intervened, often with conflicting agendas. The Ottoman administration, foreign companies (particularly British, French, Austrian, and Belgian), highly autonomous local authorities (especially in the Balkans), and foreign powers all wanted to have their say in determining if and how a strategic project would be carried out.¹⁰⁸ Thus for example, the British project of a railway connecting Constanza and  ernavoda in Ottoman Romania (1839) was paralyzed due to Russian opposition. It could only be built after the Crimean War. In the late 1850s, during the first years of the railroad fever, Ottoman authorities made clear their desire to keep the railroads not only under their supervision, but also in the possession of the Ottoman state, allowing both Ottomans and foreigners to act as shareholders of a state-promoted construction company.¹⁰⁹ Very soon, the attitude of the Ottoman government became more flexible and concessions were given to foreign or mixed companies for the construction and exploitation of the lines. Moreover, the companies themselves, not the Ottoman government, let alone the engineers in the Administration of Public Works, designed the trajectory of some of the lines to be built. Although the Ottoman authorities contemplated a railroad network, and foreign governments searched to define and promote their own broad strategic interests, in fact, as Yakup Bektař points out, the first railways actually built were designed mainly to serve the commercial interests of the investors. These short lines connected “the regions of rich agricultural production and valuable raw materials in the interior of Asia Minor with seaports, thus allowing greater access to such agricultural and raw goods overseas trade.”¹¹⁰ As a whole, the Ottoman Empire, in spite of its early interest in the new technology, caught up with the railroad fever comparatively late: there were approx. 232 km of railroads in

PTT Genel M d rl   , Ankara, 2005, 33-34.

108Orhan Conker and E. Witmeur, *Les Chemins de fer en Turquie et la politique ferroviaire turque*, Ed.Librairie du Recueil Sirey, Paris, 1935. Yakub N. Karkar, *Railway Development in the Ottoman Empire 1856–1914*, Vantage Press, New York, 1972; Shereen Khairallah, *Railways in the Middle East 1856–1948. Political and Economic Background*, Librairie du Liban, Beirut, 1991. Gerhard Rosegger y John H. Jensen, “British Railway Builders along the Lower Danube 1856–1869”, *The Slavonic and East European Review*, 106 (46, 1968), 106-119. Momir Samard ic, *Roads to Europe. Serbian Politics and the Railway Issue, 1878-1881*, Edizioni Plus, Pisa, 2010.

109Yakup Bektař, “The Imperial Ottoman Izmir-to-Aydin Railway: The British Experimental line in Asia Minor”, in Ekmeleddin Ihsano lu, Ahmad Djebbar, Feza Günergün (eds.), *Science, Technology...*, 139-152.

110*Ibidem*.

Anatolia in 1866 and Ottoman European provinces had 1176 km of track in 1875, while Egypt, a tribute-paying, but highly autonomous Ottoman territory, counted on 1338 km of railways in already 1869.¹¹¹

The maintenance of roads was traditionally organized at the local level, and was quite rudimentary. Only important bridges, often beautiful and sophisticated constructions, were designed by the sultan's architects or by military technicians. Since the years of the reign of Mahmud II, the state started to show interest in improving the communications. As Tekeli and İlkin point out, a relation between improving the roads and promoting agriculture and commerce was established, and a course on road- and bridge-building was introduced in the curriculum of the Military School of Engineers in late 1840s. In 1850, several roads suitable for traffic of vehicles were built. In these projects promoted by the central or the provincial administration, local and foreign engineers, including Ottoman Muslims, were employed. Since 1856, the inhabitants of the dwellings along the route were obliged to work on the construction.¹¹² As we will see in the chapter *Work of Engineers*, the relations between engineers and workers were often far from smooth. A major step forward was taken by the Regulation of Roads and Passes of 1869. This long lasting normative, analyzed in detail by Nazım Berksan and Mustafa Çadırcı, is a key-document in the history of Ottoman Public Works. Following -to a certain degree- the French model, it divided the roads to four categories of importance and established exact requirements for each group. The state took responsibility for the road-building and maintenance, either direct (for the two more important kinds of roads, defined as *public roads*) or indirect, delegated to the provincial administration (for the two groups of local roads, defined as *private*, or *particular roads*). The Direction of Road and Bridges depending on the Ministry of Trade (or that of Public Works when existed separately), represented the supreme authority in the road-building which was supposed to coordinate the work of provincial engineers-in-chief. The governors were given vast competences and space for initiative.¹¹³ In general, the Regulation of 1869 introduced elements of classification, rationalization and of systematic planning. Unlike in case of the railways, the fact that the state provided the money and local inhabitants the manpower permitted the Ottoman authorities to define their priorities and control the process. Nevertheless, such arrangement also constituted an important burden for the Treasury and for local population, and it was soon to be challenged. Archive documents show that private

111 On European provinces: Donald Quataert, *The Ottoman Empire, 1700-1922*, 121. On Anatolia, data gathered from Yakup Bektaş, "The Imperial Ottoman Izmir-to-Aydın..." and Stanford J. Shaw and Ezel Kural Shaw, "Era of Modern Reform...", 121. On Egypt, Charles Issawi, *An Economic History of the Middle East and North Africa*, Columbia University Press, New York, 1982, 54.

112 This obligation is established also in the Regulations of 1869, third volume. See the transcript in Mustafa Çadırcı, "Tanzimat döneminde karayolu yapımı", *DTCF Tarih Araştırmaları Dergisi*, 15 (26, 1991), 153-167.

113 For the regulations: "Turuk ve Meabir hakkında nizamname", in *Düstur* 1, vol. 2, 302-309 (14th of August 1869). For an analysis: Nazım Berksan, *Yol Dâvâmız*, Akın Matbaası, Ankara, 1951, 13-25; Mustafa Çadırcı, "Tanzimat döneminde karayolu..."

companies received state financing to build roads, too. Still, they remained under close supervision of the administration of public works and its engineers.¹¹⁴ As for these technicians, the Regulation foresaw the creation of civilian school(s) of engineering to provide suitable staff for the administration of roads and bridges, as did the founding Regulations of the Ministry of Public Works enacted in the same year.¹¹⁵ These legal measures do not seem to have brought immediate results: as the Ministry of Public Works maintained in 1908, only 900 km were built between 1869 and 1880.¹¹⁶

Important developments were achieved, nevertheless, in the introduction of telegraph. Although some experiments had taken place earlier, telegraph was efficiently introduced to the Ottoman Empire after the Crimean War by French and British technicians and companies.¹¹⁷ The Ottoman authorities made a major effort to extend this rather cheap mean of communication and control, a useful tool of the desired centralization. Furthermore, the population was very cooperative in this task, as people clearly saw the benefits of this invention. According to Koloğlu, 28.000 km of telegraph lines were operating by the mid 1860s.¹¹⁸ Local technicians and clerks were able to replace the foreigners in the medium run (a school was opened in 1861 and then again ten years later).¹¹⁹

The activity in the field of public works did not depend exclusively on the initiative or direct intervention of the government in Constantinople. The development of local administration created a basis for transforming local works of amelioration in *public works*, instead of letting them depend exclusively on the initiative of local distinguished men and women or their charitable foundations (*evkâf*).¹²⁰ After Mustafa Reşit Pasha's attempts at the reform of provincial administration in the late

¹¹⁴BOA, T.NFM.703.63 and BOA, T.NFM.703.72, Engineer-in-chief (of the province) is in charge of an evaluating in detail the state of the works carried out by the company Humann in Western Anatolia, including the number of kilometers of the roads built and the costs. Only after such report, the Ministry of Public Works would propose to the Ministry of Finance to let out further subvention.

¹¹⁵ I consider it remarkable that a creation of a civil (*mülkiye*) establishment aimed at producing engineers for civil administration was discussed at the same time when the term *public* (*umumi*, *umumiye*) was becoming widespread in the vocabulary of Ottoman administration, including the 1866 Regulation (see public roads, or *turuk-u umumiye*). However, a more meaningful and conclusive analysis is not possible before a thorough research is made on history of the concepts *mülkiye* and *umumiye*.

¹¹⁶For this estimation and for Noradounghian's project, see İlhan Tekeli and Selim İlkin, "1908 tarihli 'Umur-i Nafia Programı'nın anlamı üzerine" in H. Y. Nuhoglu (ed.), *Osmanlı Dünyasında Bilim...*, 525.

¹¹⁷Mustafa Kaçar, 'Osmanlı Telgraf İşletmesi', in Ekmeleddin İhsanoğlu and Mustafa Kaçar (eds.), *Çağını Yakalayan...*, 45-120.

¹¹⁸Orhan Koloğlu, "Yeni Haberleşme ve Ulaşım Tekniklerinin Osmanlı Toplumu Etkileyişi", in Ekmeleddin İhsanoğlu and Mustafa Kaçar (eds.), *Çağını Yakalayan Osmanlı!*..., 603.

¹¹⁹Tanju Demir, *Türkiye'de Posta Telgraf ...*, 51-67. The ministry of Telegraph and Posts counted on an engineering department (Mühendis kalem).

¹²⁰Wealthy men and women financed the construction of mosques, hospitals, schools or fountains either directly or through charitable foundations, either setting them in life or establishing them as a posthumous public endowment. On pious foundations and patronage see: Suraiya Faroqhi, *Subjects of the Sultan: Culture and Daily Life in the Ottoman Empire*, I.B.Tauris, London, 2005, 131-145. On women and waqf, see for example Margareth L.Meriwether, "Women and Waqf Revisited: the case of Aleppo, 1770-1840", in Madeline C. Zilfi (ed.), *Women in the Ottoman Empire. Middle Eastern Women in the Early Modern Era*, Brill, Leiden/New York/Köln, 1997, 128-

1830s and early 1840s, a major step in its reorganization took place in 1864. The 1864 Vilayet Law divided the territory to large provinces (*vilayet*), further split to smaller administrative units. The law was inspired by the French territorial administration, centralized and uniform, though the Ottoman governor (*vali*) had more liberty of action than the French *préfet*.¹²¹ While governors were appointed from Istanbul, provincial councils were semi-representative, their members being in part provincial officials appointed by the central government and in part Muslim and non-Muslim men elected by local people, as well as local religious leaders. During the last third of the nineteenth century, a civil administration of public works developed following the different levels of provincial administration. An engineer-in-chief (*sermühendis*) was in charge of technical management of public works in each *vilayet*, supervising the work of his subordinates distributed conveniently around the province. The uniformity introduced by the 1864 Law coexisted with a great degree of autonomy enjoyed by certain parts of the Ottoman territory. Especially in the Balkans, there existed highly autonomous territorial units governed by local elites. These local authorities were obliged to negotiate projects of strategic importance (as railways) with the Ottoman government, but in general, their policy of public works was highly autonomous, as well as their recruitment of technicians. Unfortunately, a detailed study of the engineers in each of these autonomous territories is impossible to be included in this work.¹²²

While provincial administration designed during the Tanzimat was gradually put in place, development of the municipal administration proved extremely problematic. The difficulties could be attributed to the lack of historical tradition of cities recognized as corporate subjects, as well as to the unwillingness of the central government to promote the creation of strong, autonomous centers of power. The establishment of the office of *şehremini* (translated to French as *préfet de la ville*) in Istanbul and of an appointed municipal council was actually a means of strengthening the grasp on the city of central government. It perpetuated the functions of the traditional *muhtesib*, or inspector of the markets, formerly a man of the *ulemâ* with high degree of autonomy, but this role was now performed by a government official.¹²³ Due to the pressure of the European ambassadors and foreign residents, the Ottoman government launched after the Crimean War an experimental

152.

121Enver Ziya Karal, *Osmanlı Tarihi*, v.7, Türk Tarih Kurumu, Ankara, 1956, 153-155. Bernard Lewis, *The Emergence of Modern Turkey*, Oxford University Press, New York/Oxford, 2002, 388-389.

122Alexandre Kostov, "Entre la Russie et l'Occident: les Bulgars et l'enseignement ingénero-technique avant la Libération", in *Alexandre Exarch et les routes bulgares vers l'Europe XIXe-début du Xxe siècle*, Ed. Kota, Stara Zagora, 2007, 240-248; Anousheh Karvar, "Modernisation étatique et formation des ingénieurs militaires: la Roumanie, le Japon et la Perse au XIXe siècle", in Irina Gouzévitch, André Grelon and Anousheh Karvar (eds.), *La formation des ingénieurs en perspective. Modèles de référence et réseaux de médiation (XVIIIe-XXe siècles)*, Presses Universitaires de Rennes, Rennes, 2004, 73-82; Mihail P. Guboglu, "Osmanlı İmparatorluğu'nda Karadeniz-Tuna Kanalı Projeleri (1836-1876) ve Boğazköy-Köstence Arasında İlk Demiryolu İnşası (1855-1860)", in Ekmeleddin İhsanoğlu and Mustafa Kaçar (eds.), *Çağını Yakalayan Osmanlı!...*, 217-247.

123Sultan actually strengthened his power by this change, as *muhtesib* had been a rather independent member of *ulemâ*,

municipality in the quarter of Pera, inhabited mainly by foreigners and Ottoman non-Muslims. Later, local councils were to be established in all the districts of Istanbul and the city itself was to develop certain self-administration, always under the authority of the *préfet de la ville*.¹²⁴ An office of engineer-in-chief was attached to the prefecture, with similar competences to that of a province.¹²⁵ In general, the Ottoman authorities preferred to manage the growing intervention into the urban space by means of provincial administration, or, in some cases, even through agents sent by the central government to carry out particular projects. Coordinated by the central administration or by the engineer-in-chief of a province, urban reforms counted among of the most important engineering projects during the second half of the nineteenth century.¹²⁶ An important field of action of both local and foreign engineers and architects, urban reforms will be analyzed in more detail in the chapter *Work of Engineers*.

Mining experienced a moderate progress during the Tanzimat. Existing mines were mostly tax-farmed and exploited by traditional methods or by foreign engineers. Technical innovations were gradually introduced and short railroads were built to facilitate the work in mines and the transportation of mining products. In 1861, a Law of Mines was adopted based on French legislation of 1810. It foresaw the exploitation of Ottoman mines via concessions given to Ottoman subjects or Ottoman companies and counted on mining engineers in the process of exploitation and supervision.¹²⁷ At the same time, central government slowly developed technical administration of important mines in cooperation with provincial authorities (as it has been mentioned, some were administered by the Imperial Shipyard). In 1876, Ministry of Finance took over the administration of Ottoman mines. There too, foreign engineers were often employed.¹²⁸ There were few Ottoman technicians with formal studies working in this field. Nevertheless, there existed certain will for action: geology and mineralogy were taught at the Academy of Medicine and at the Galatasaray

while *préfet de ville* was a official nominated by the Porte.

124Osman Nuri, *Mecelle-i Umur-i Belediye....*; Steven Rosenthal, *The Politics of Dependency: Urban Reform in Istanbul*, Greenwood Press, Westport, 1980; Stéphane Yerasimos, "Occidentalisation de l'espace urbain: Istanbul 1839-1871", in Daniel Panzac (ed.), *Les Villes dans l'Empire Ottoman: Activités et Sociétés*, V.I, CNRS, Marseille/Paris, 1991, 97-119.

125Mentioned in *BOA*, A.MKT.MHM, file 471, sheet 65, 1874.

126See footnote 144. As for urban reforms of Beyrouth, designed and supervised by Beshara Efendi, an Ottoman Armenian who worked as engineer-in-chief of the vilayet of Beyrouth, see May Davie, "Manouk Avédissian, alias Béchara afandi al-mouhandis. Itinéraire beyrouthin d'un ingénieur ottoman à la fin du XIXe siècle", in Méropi Anastassiadou-Dumont (ed.), *Médecins et ingénieurs ottomans...*, 219-239. Roads inside of the city of Istanbul were subject to a direct intervention of central government. See İlhan Tekeli and Selim İlkin, "Osmanlı İmparatorluğu'nda Ondokuzuncu..." 431. Central authorities took initiative also when other important cities were considered. After a fire, an engineer was sent to Thessaloniki together with regulations on construction to design and build wider streets: *BOA*, A. MKT.MHM, file 9, sheet 41, 29th of December 1848.

127Fahrettin Tızlak, "Osmanlı Madencilik Hukukunda Yeni Düzenlemeler Dönemi ve 1861 Tarihi Maden Nizamnamesi", *Türk Dünyası Araştırmaları*, 98 (1995), 78.

128As for administrative development, see Mustafa Nuri Anıl and Nejdît Merey, *Türkiye'de Maden Mevzuatı*, vol. 2, Tan Matbaası, Istanbul, 1942. As for foreign engineers: Engineer-in chief of Mines Paulini appears in a document from 1844 together with German miners and smiths, brought to work in the Ottoman mines, as well as a forest engineer and his assistant. *BOA*, C.DRB, file 9, sheet 404, 9th of June 1844.

Lyceum, several students were sent abroad to study mining techniques, and several projects of a mining school are documented, including the appointment for this task of an American geologist John Lawrence Smith in the late 1840s, the initiative of Ibrahim Edhem Pasha (mining engineer and a high-ranking bureaucrat) of a school of forestry and mines (1872) and another project dating to 1874 to open mining schools for engineering education in provinces where important mines existed.¹²⁹

For centuries, Ottoman authorities had understood agriculture as a backbone of Ottoman tax-system. During the Tanzimat, the state adopted an active attitude towards modernization and expansion of agricultural production. Besides the introduction of new kinds of animals and plants, first steps in agronomic education were made, too, but were not successful.¹³⁰ Although the progress of agriculture remained a hot topic, approx. forty years had to pass before a school of agriculture providing technoscientific education was open again. Forestry is another field of administrative intervention constituted during the Tanzimat. While forests had always been of importance for the Ottoman Navy, the renewed will to develop mining and build railways after the Crimean War brought up the issue of regular and high-quality sources of wood. The authorities of Imperial Shipyard promoted search for these sources, employing foreign and local engineers and carpenters.¹³¹ Soon, the question of local experts emerged: it is highly significant that the first approximation, once again, opted for creating experts of a scientific profile. In accordance with this option, experts were invited from France in the late 1850s to implement forestry education in the Empire.¹³² The consolidation of an institution of forestry education seems to have been difficult. In 1871, a School of Forestry was (re)organized tied to the Department of Forests and Mines of the Ministry of Finance to produce technicians to be employed in this administration.¹³³ According to the Forest Regulation, this department and its inspectors distributed among the provinces were put in charge of supervision of all forests in the Empire, independently of their ownership. This restrictive legal normative reflects growing awareness of the ongoing destruction of woods.¹³⁴

The expansion of the administrative action and the definition of new fields of intervention brought with the question of suitable staff. New schools were created during the second

¹²⁹See for example *BOA*; A.MKT.MHM dossier 473, sheet 78, 1874.

¹³⁰Osman Ergin, *Türk Maarif Tarihi*, vol. 1-2, Eser Kültür Yayınları, İstanbul, 1977, 564-568.

¹³¹*BOA*, A.AMD, file 89, sheet 62, 1857/58.

¹³²In 1847, an experimental farm-school was opened near İstanbul. Despite an ambitious plan of technical and scientific education, purchase of modern machinery in Europe, and recruitment of students among the Muslim and non-Muslim students of the prestigious Academy of Medicine, the farm-school remained open for two and half years. See Rifat Önsoy, "Tanzimatta üretimi çağdaştırma çabaları ziraat ve orman mektepleri", in H. Y. Nuhoğlu (ed.), *Osmanlı Dünyasında Bilim ve Eğitim Milletlerarası Kongresi Tebliğleri* (İstanbul, 12-15 April 1999), IRCICA, İstanbul 2001, 484-485.

¹³³Mahmud Cevat İbnü's Şeyh Nâfi, *Maârif-i Umûmiye Nezâreti ...*

¹³⁴Bekir Koç, "1870 Orman Nizamnâmesi'nin Osmanlı Ormancılığına Üzerine Bazı Notlar", *Tarih Araştırmaları Dergisi*, 37 (2005), 231-257. The fact that French experts were chosen to establish in the Empire a traditionally

third of the nineteenth century and existing centers were reformed, often taking as an example particular European institutions. Military and civil superior schools providing education that included “European” science were generally founded with the purpose of supplying the Administration. Little was done in terms of the creation of a university-like establishment or of specialized schools directed towards private sector. This could be contributed to several factors: 1) the development of science within the military apparatus was supposed to guarantee the focus on its *useful* aspects and on its immediate applicability, as in Spain and in many other countries where such militarization took place. 2) The Ottoman rulers might not have wished to alienate the *ulemá* by invading their traditional domain of education, in an institutional rather than in an ideological sense. In this respect, the schools that produced servants of the state did not represent a novelty, though the contents and the organization of the education had many novel elements indeed. 3) During the first stages of the reforms, Ottoman statesmen did not understand superior education as their concern (or, even when they considered it, it was not as important as to invest effort and money in it), except for the education of men who were to serve the state.¹³⁵ The Edict of 1839 opened the door of some of these institutions to Ottoman non-Muslims, though several military establishments -as the Military Academy (*Harbiye*) and the Military School of Engineers- remained inaccessible to them. In any case, non-Muslims studied besides Muslims at some of the most prestigious institutions (the Lyceum of Galatasaray, the Academy of Medicine), were sent to study abroad on the expenses of the Ottoman Treasury and employed in the bureaucracy, both on the level of central government as well as in the expanding provincial administration. The Imperial Lyceum of Galatasaray (or *Mekteb-i Sultani*) offered superior education in civil engineering during the second half of the 1870s.

Besides opening new institutions and putting the existing ones into a better shape, a series of policies were initiated in the last years of the reign of Mahmud II, aiming at technological innovation of the warfare, at military training and transfer of useful knowledge. These policies - carried on and expanded by the Tanzimat reformers- included well known patterns: invitation and employment of foreign experts, as well as translation and compilation of books introducing European science and technology. Furthermore, young men were provided scholarships to study in Europe, not only to achieve skills of immediate necessity in the warfare, but also to help the Ottoman Empire get up-to-date in science and to “work to make penetrate to the Empire the

German discipline, points to the way transfer of knowledge is shaped by broader cultural and institutional dynamics.
¹³⁵ On the changing policies and their underlying principles, see: Selçuk A. Somel, *The Modernization of Education in the Ottoman Empire, 1839-1908: Islamization, Autocracy and Discipline*, Brill, Leiden, 2001. Somel’s analysis of primary and secondary education helped me understand what I summarize in the point 2 and 3 of the paragraph: that the authorities in the early decades of the *Tanzimat* did not necessarily wish to compete with the *ulemá*, to take the education as a whole out of their hands.

knowledge that could improve the fate of the Ottoman people.”¹³⁶ According to Günergun, five young Muslim Ottoman students who were studying at the *Enderun* (Palace School) were sent to France in 1830 to study military subjects under the patronage of the commander-in-chief Hüsrev Pasha. Hüsrev Pasha himself paid for their stay during the first years. One of these men, Ibrahim Edhem, studied at the *École des mines* and became a pioneer in modern mining engineering in the Ottoman Empire. Since 1834/5, this policy was endorsed by the sultan and the Treasury assumed financing it. In the following years, dozens of students were dispatched to France, Austria, Great Britain and Belgium, some of them chosen among the students of the Military Academy and of the Military School of Engineers. These men, whose careers have been studied by Feza Günergun, played a prominent role in the development of military and engineering institutions and of the Administration in general during the Tanzimat, as well as in the reception, appropriation, dissemination and production of modern sciences in the Empire. Although technical education (*tahsil-i fünûn*) related to warfare was emphasized by the authorities and given priority when sending students abroad, general profile of a holder of modern knowledge who spoke European languages and was familiar with European culture(s) proved more important than particular expertise, both on the level of identity (analyzed in the chapter *Identities and Discourse*) and bureaucratic career. Easy transition from military to civil administration enabled the young officers trained abroad to be appointed to all kinds of prestigious posts. Following the research of Feza Günergun, general career patterns can be observed among the men who were sent abroad during the reign of Mahmud II and during the Tanzimat.¹³⁷ An important number of them were selected among the officers of the fortification regiments, students or graduates of the *Mühendishane* or the Naval Academy. When they came back to the Ottoman Empire, they usually worked for several years in the field of their expertise. After this period, many experienced a fast career. Some were put in charge of an educational institution, a task which could still be related to their specific education abroad. Another step consisted in being appointed to high posts of (military) command, in diplomacy and even on the highest level of government.¹³⁸ During the Tanzimat, the students were

¹³⁶Letter of Hüsrev Pasha to his protégé students, quoted by Feza Günergun, “Trained in Europe to serve the State: Preliminary remarks on Ottoman engineers of the 19th century”, paper presented at the *XXIIIth International Congress of History of Science and Technology*, 28 July-2 August 2009, Budapest, Hungary (I am grateful to Feza Günergun for providing me with a written full version of the paper).

¹³⁷ My analysis is based on the data provided by a thorough research done by Feza Günergun, “Trained in Europe ...”, and by the study of Hamiyet Sezer, “Tanzimat döneminde Avrupa...”

¹³⁸ The latter was the case of Ibrahim Edhem (1818-1893), considered the first Ottoman mining engineer. A Greek orphan adopted by an influential Ottoman statesman, he graduated from the Parisian *École de mines* in 1839. After working for several years in Anatolia where he examined the possibilities of a better exploitation of the Ottoman imperial mines, he proceeded in his remarkable career in the Administration, becoming minister of Foreign Affairs in 1856 and Grand Vizier in 1877. Ercüment Kuran, “Ibrahim Edhem Pasha”, *Encyclopaedia of Islam* (2), III, 1979, 993. In parallel with holding an office, some of those who had studied abroad made themselves a name as learned men, too. In this sense, they chose a classic option for an Ottoman gentleman, though the knowledge they produced and diffused was radically new (modern mathematics, chemistry, physics). Among them, the most prominent figure

recruited from a wider range of institutions to study a growing range of subjects abroad, but the Military School of Engineers continued to provide a European experience and training to the men linked to it.¹³⁹

Well-off families also had the possibility to send their sons to study engineering –or do another degree, of course- abroad on their own expense. Other talented young men achieved expertise as engineers working on different projects and learning from foreign and local technicians, and then joined the administration. Ottoman Armenians, in particular, occupied posts of highest importance in the administrative bodies focused on Public Works (including the post of Minister of Public Works), in accordance with their centenary tradition of work as architects.¹⁴⁰ Ottoman Greeks, too, worked as engineers for the central and the provincial administration, for private companies in charge of public works, as well as in the Navy.¹⁴¹

The perpetuation of a symbolical personal bond between the sultan and his servants made it possible to employ foreigners in the Administration: sultan's will was not limited by a notion of *national exclusivity of public service*. With the development of civil administration, both central and provincial, the number of foreigners on the pay-roll of the Treasury increased. Foreigners worked as expert advisors, but they were also appointed to high-ranking posts, under conditions stipulated in an individual contract.¹⁴² A special situation existed in the land armies, traditionally understood as an exclusive domain of the Muslims, not only by the authorities, but also by both Muslim and non-Muslim population.¹⁴³ Such understanding highly limited the employment of foreigners and of the Ottoman non-Muslims. This does not mean foreigners and Ottoman non-Muslims were totally absent from the military in the period of Tanzimat. In general, the foreigners were not integrated in the troops, neither as officers nor as soldiers, but worked as advisors, charged with inspection and proposal of reform. Moreover, both foreigners and Ottoman non-Muslims worked in different

of the mid 19th century was probably Derviş Mehmed Emin Pasha. He played a key-role in the introduction to the Ottoman Empire of modern chemistry and physics and deserves a favorable mention by an otherwise highly critical Charles MacFarlane, *Turkey and its destiny. The result of journeys made in 1847 and 1848 to examine into the state of that country*, vol. 2., John Murray, London, 1850, 273-276.

¹³⁹ Hamiyet Sezer, "Tanzimat döneminde Avrupa şehirlerine gönderilen öğrenciler", in H. Y. Nuhoğlu (ed.), *Osmanlı Dünyasında Bilim...*, 687-711.

¹⁴⁰ Ottoman Armenians also occupied prominent posts in the direction of factories producing war materials. Several men of Dadian family -Simon (1777-1834), Ohannes Dadian (1798-1869), Boghos (1800-1863) - occupied the posts of Imperial Chief Gunpowder-maker. Ohannes Dadian went for a *stage* to Paris and London, paid by the Ottoman Treasury, to study the innovations in gunpowder production.

¹⁴¹ Maria Georgiadou, "Expert knowledge between tradition and reform. The Carathéodorys: a Neo-Phanariot Family in the 19th Century Constantinople", in Méropi Anastassiadou-Dumont (ed.), *Médecins et ingénieurs ottomans...*, 243-294.

¹⁴² See the chapter *Work of Engineers*.

¹⁴³ For lay soldiers unwilling to respect foreign officers in 1830s: see Helmuth von Moltke, *Briefe über Zustände und Begebenheiten in der Türkei aus den Jahren 1835 bis 1839*, Berlin, 1891 (5th edition), 412-413, quoted in Bernard Lewis, *The Emergence of Modern...*, 82-83. Non-Muslims generally proved unwilling to join the army when legally possible and preferred to pay a tax instead. For an examination of this question, see Odile Moreau, *L'Empire ottoman à l'âge...*, 41-49.

establishments of military status like schools and factories producing war material. In that case, their job could be that of an advisor or a teacher, but they could also be in charge of the establishment (imperial factory producing war material). This makes me suggest that the major obstacle was not the war-related nature of a task, but rather the integration of *infidels* into the chain of command in combat, with the traditional exception of the Navy.¹⁴⁴ The long-lasting understanding of land troops as Muslim fighters actually marked profoundly the development of the notion of *national* armies or military service, when the concepts of *nation* and *patria* gained prominence among the Ottoman Muslim elites.¹⁴⁵

The selection and activity of foreign experts was, nevertheless, limited by several combining factors. The Ottoman government opted for experts from a particular country due to the *rénommée* of the country in a particular branch (i.e. engineering education, military training, the Navy). The choice could also depend on international politics. A particular treaty of collaboration could intensify the influx of experts from the allied country, while a war could end the employment of men coming from the enemy power. Moreover, the powers jealously watched out for their interests and pressed against the domination of experts of one or another nationality in a particular field or institution. Sometimes, being from a country which was not among the major powers of the moment could actually be an advantage, as it diminished the worries Ottoman statesmen might feel about such intervention.¹⁴⁶ Nevertheless, many foreign experts were simply suitable individuals, independent of which country in particular they were from (Italians, Poles, Hungarians, Swedish, Spaniards, Americans), as in the past. Some of them, as political exiles from Poland and Hungary,

¹⁴⁴ There are several examples of Ottoman Armenians directing military factories (see footnote 155 on the Dadians). In the chapter on *Education of Engineers*, non-Muslim and foreign teachers in military schools will be discussed. As for British and German officers working in the Ottoman Navy (as inspectors, as well as on posts of command), see a valuable study by Selman Soydemir, *Osmanlı Donanmasında Yabancı Müşavirlerin Etkileri (18. ve 19. Yüzyıllar)*, unpublished master thesis, University of Istanbul, Istanbul, 2007. For a non-Muslim (Ottoman Greek) naval engineer, lieutenant commander Dimitraki from the Naval Academy, see *BOA*, Y.PRK.ASK., file 179, sheet 74, 6th of March 1902.

¹⁴⁵ This complex question requires further study. As Moreau shows, Ottoman statesmen often discussed the integration of non-Muslims to the armies. Odile Moreau, *L'Empire ottoman à l'âge ...*; Malcolm E. Yapp dwells on mutual trust among Ottoman soldiers (as well as between soldiers and officers) and quotes interesting sources on the question of mobilization of Ottoman troops in a broader context of religious legitimacy of power: Malcolm E. Yapp, "The Modernization of Middle Eastern Armies in the Nineteenth Century: a Comparative View", in Vernon J. Parry and Malcolm E. Yapp (eds.), *War, Technology and Society in the Middle East*, Oxford University Press, London, 1975, 351-352. For early 20th century, see an outline by Erik Jan Zürcher, "Young Turks, Ottoman Muslims and Turkish Nationalists: Identity Politics 1908-1938", in Kemal H. Karpat (ed.), *Ottoman Past and Today's...*, 150-179.

¹⁴⁶ For a systematic look at the employment of foreign technicians by Ottoman authorities: Darina Martykánová and Meltem Akbaş, "Foreign Engineers in Spain and in the Ottoman Empire: A Comparative Study from a Long-Term Perspective (18th to early 20th Century)", paper presented at the *XXIIIth International Congress of History of Science and Technology*, 28th of July-2nd of August 2009, Budapest, Hungary. See also Mehmed Esad, *Mirat-ı Mühendishane...*, 288-291; On the contribution of US shipwrights Foster Rhodes and Charles Ross to the introduction of steamship technology to the Ottoman Empire in context of Ottoman-US relations, see Ahmet Güleriyüz and Bernd Langensiepen, *The Ottoman Steam Navy (1828-1926)*, (trans. and ed. James Cooper), Naval Institute Press, Annapolis, 1995. On the American geologist Lawrence Smith and his telegraph experiments, Mustafa Kaçar, 'Osmanlı Telgraf İşletmesi', 47. For a testimony of employment of foreign experts, highly critical with the Ottomans and with the French, and always willing to present the English in the best light, see Charles

actually became Ottoman subjects.¹⁴⁷ On the other hand, many Ottoman Greeks, Armenians and Jews, including some of those who worked in the area of public works, became foreign subjects, due to the special protection and advantages such status offered to them.

Despite all the financial difficulties, speculation, corruption and lack of organization, the twenty years that followed the Crimean War meant a huge jump forward in terms of infrastructures. Moreover, both the authorities and the incipient public opinion endorsed the conviction that activities of the government should not be limited to direct administrative intervention, but that it should also indirectly promote and support Ottoman trade, agriculture and industry. This discourse was institutionalized, leading to the creation of temporary and permanent organisms devoted to promotion of these areas. The Commission for Industrial Reform (1864-1874), for example, attempted at redress what some economic historians see as the *de-industrializing* effects of the integration of the Ottoman Empire to the world economy, that is, the decline of local manufacturing.¹⁴⁸ Moreover, the Ottoman government modified its long-standing *laissez-faire* policies and introduced several measures aiming to protect local industry and agriculture. They proved extremely difficult to put into practice. Nevertheless, they are a sign of important developments in the Ottoman economic (and political) thought.¹⁴⁹

The Tanzimat is not only a period of transformative action carried out by the government. During this time, public opinion in the modern sense of the word came to existence in the Ottoman Empire, too. The “street” had for long time had a strong say in the Ottoman Empire, and the cafés of Istanbul were centers of debate and agitation long before the Enlightenment analyzed by Habermas.¹⁵⁰ Nevertheless, new actors and new vehicles appeared in a radically novel framework during the second half of the nineteenth century. The actors were the small *modernizing* elites that encompassed people of all creeds. An important part of them, civil servants of middle-rank, were not particularly well-off, but they were furnished with a self-confidence based on privileged “Western” knowledge which made them feel entitled to propose solutions for the state of the Empire. While some had the opportunity to shape governmental policies from inside, others

MacFarlane, *Turkey and its destiny...*, vol.2, 273-294.

¹⁴⁷ A Hungarian exile Charles Miller appears as major of engineers, that is, a military rank, it is not clear whether this refers to his rank in Hungary, or if he served as officer-engineer in the Ottoman army: *BOA*, A.DVN, file 159 sheet 191, 1860. An Italian engineer Luigi Storari who examined the quarter of Aksaray after it burned down, made its map and proposed a plan of urban reform, will be mentioned in the chapter *Work of Engineers*. There were many others, working for the government or for the companies.

¹⁴⁸ For Industrial Reform Commission, see Mübahat S. Kütükoğlu, “İslah-ı Sanayi Komisyonu” in *Osmanlı İktisadi Yapısı*, in Ekmeleddin İhsanoğlu (ed.), *Osmanlı Devleti ve Medeniyeti Tarihi*, vol.1, IRCICA, Istanbul, 1994, 644-645. For an analysis of the decline of manufacturing, Donald Quataert, “The age of reforms...”, in H 888-890 and 898-911.

¹⁴⁹ Donald Quataert, “The age of reforms...”, 763.

¹⁵⁰ Ottoman coffee houses as “the public male space par excellence” in Donald Quataert, *The Ottoman Empire, 1700-1922*, 158; the remark on Habermas refers to his book: Jürgen Habermas, *The Structural Transformation of the Public Sphere: An Inquiry into a Category of Bourgeois Society*, The MIT Press, Cambridge, 1991.

intended to shape them from outside, offering their ideas and projects to the authorities (including areas like urban reform and public works).¹⁵¹ Moreover, while the *westernization* actually broadened the cultural gap between the Ottoman elites and the rest of population, the idea of disseminating the knowledge, of enlightening the people, which appeared in official documents in 1830s, became more prominent. It was viewed not only as a task of the state, but also endorsed by the Ottoman intellectuals as a personal duty. For that purpose, they opted for different ways of dissemination and circulation of knowledge. Besides the obligations of their office (teachers, instructors, directors of schools, authors of textbooks), and informal means like networks of friendship, they gradually appropriated themselves of new vehicles of transmission, including newspapers, journals, essays, and, later, also novels and plays. Moreover, first initiatives in association appeared, as the Ottoman Society of Science (*Cemiyet-i İlmiye-i Osmaniye*) founded in 1861.

The notion of spreading scientific knowledge beyond the limits of narrow learned elite at the service of the state became dear to many Ottoman intellectuals, including persons related to engineering. In this self-imposed duty, which at the same time enhanced their prestige, they did not act specifically as engineers. Rather they approached their mission from a broader perspective, as men of modern science. Thus, Derviş Mehmed Emin Pasha (1817-1879), a graduate of the Military School of Engineering, teacher at the Imperial School of Medicine and at the Military Academy, diplomat and director of Imperial Mines, gave public lectures in the newly established *Darülfünûn*, or House of Science, in 1863. This prominent physicist and chemist, whose life and work has been studied by Feza Günergun, captivated the audience by his experiments with electricity.¹⁵² Through such spectacles of science, as well as through the incorporation of technology to the daily life of the Ottoman city-dwellers, the equation science-progress-civilization spread its appeal far beyond the limited circles of bureaucrats where it was for a long time confined.¹⁵³

¹⁵¹İbrahim Şinasi, playwright and journalist, published an article in the newspaper *Tasvir-i Efkar* on the lighting and cleaning of the streets of Istanbul. Quoted in Bernard Lewis, *The Emergence of Modern...*, 396. On the new-style bureaucratic intelligentsia and their loyalty towards an impersonal, abstract notion of “state”, see Fatma Müge Göçek, *Rise of Bourgeoisie, Demise of Empire: Ottoman Westernization and Social Change*, Oxford University Press, New York/Oxford, 1996. On the contribution of the experts, see Méropi Anastassiadou-Dumont, “Science et engagement : la modernité ottomane à l’âge des nationalismes”, in Méropi Anastassiadou-Dumont (ed.), *Médecins et ingénieurs ottomans...*, 5-28.

¹⁵² Feza Günergun, “Derviş Mehmed Emin pasha (1817-1879), serviteur de la science et de l’État ottoman”, in Méropi Anastassiadou-Dumont (ed.), *Médecins et ingénieurs ottomans...*, 171-183. On the origins of *Darülfünun*, see Ekmeleddin İhsanoğlu, “The Genesis of 'Darülfünun'. An Overview of Attempts to Establish the First Ottoman University”, in Daniel Panzac (ed.), *Histoire économique et sociale...*, 827-842.

¹⁵³ On the changes in the concept of civilization in the nineteenth century Ottoman Empire, see for example: Tuncay Baykara, *Osmanlılarda Medeniyet Kavramı ve Ondokuzuncu Yüzyıla Dair Araştırmalar*, Akademi Kitabevi, İzmir, 1992.

3. *A Closely Watched Modernization: the reign of Abdülhamid II*

An opposition movement, the so-called New Ottomans, was born during the Tanzimat, criticizing autocratic proceedings of the Tanzimat top bureaucrats, as well as their subservience to European powers. The prominent figures of this first important modern political movement involving mainly, but not only, Ottoman Muslims, maintained that oppression and arbitrariness actually increased in the Ottoman Empire when traditional checks and balances were removed and an interventionist centralized administration was put in place.¹⁵⁴ Yet, it would be an error to identify these men as conservatives wishing for the good old times to come back. They were decided advocates of material progress and venerated modern scientific knowledge as a vehicle of social revival and transformation. They called for mechanisms of control and protection from arbitrary intervention. Nevertheless, they differed as for actual measures to be implemented. Some were convinced about the benefits of an efficient central government, others defended decentralization, supported both in the Ottoman ways of power-sharing and in liberal theory. While they wrote about the Ottoman *patria*, a lack of definition characterized their vision of the actual *patriots* to be. On one hand, many Muslim intellectuals resented the way Ottoman Christians preferred to use the intervention of European powers to maintain and expand their privileges and exemptions from laws and taxes, as they did not trust the sincerity of government's attempts to reorganize the government-subject relations around the principle of equality (or its ability to actually enforce it). Many New Ottomans also got involved in the defense of what they called the Muslim element, or the Muslim *nation*, in the Ottoman Empire; some of them were convinced that it constituted the fundamental, constitutive component of the fatherland. On the other hand, New Ottomans strove to find a plausible uniting force to build a strong and modern Empire on: they formulated the ideal of ottomanism, an Ottoman identity that would unite Ottoman peoples of all *nations* (in religious or ethno-religious sense) in their love for the Ottoman *patria* and in their loyalty to a constitutional ruler. In spite of their differences, they agreed that a Constitution would submit the action of government to a set of conditions, protecting the Ottomans from the autocracy of the high-ranking bureaucrats. It would also constitute a common ground to unite the peoples of different religions in love, respect and effort for their common Ottoman patria (*vatan*), enabling thus her progress (*terakki*). Some high-ranking bureaucrats, as Midhat Pasha, actually shared this stance. In 1876, sultan Abdülaziz (1861-1876) was overthrown and a new sultan Murad V (1876) willing to support an instauration of constitutional regime was installed (he was soon replaced by Abdülhamid II).

¹⁵⁴The following outline of Young Ottoman movement is based on Şerif Mardin, *The Genesis of Young Ottoman Thought*, Princeton University Press, Princeton, 1962, Niyazi Berkes, *Türkiye'de Çağdaşlaşma*, 265-297; Bernard Lewis, "The Seeds of Revolution" in *The Emergence of Modern...*, 129-174.

The first Ottoman Constitution (or Basic Law, *Kanun-u Esasî*) was born in extremely difficult circumstances for the Empire: the state faced financial collapse that led to the declaration of bankruptcy in 1875, uprisings erupted in the Balkans and the situation escalated, so by 1876, the Empire was on the verge of war with Russia (which finally was declared in April 1877) and desperately needed international support. The Constitution was not a work of an assembly of people's representatives, but was to be prepared by a commission composed of 28 designed government officials under the presidency of Midhat Pasha. This commission was also supposed to design the institutions of parliamentary regime and provisional electoral laws. Significantly, one of the six Christians present in the commission was Kirkor Odian, secretary of state for Public Works.¹⁵⁵ The Constitution was declared by the sultan in November 1876 and the Parliament gathered after elections were held all around the realm. The Assembly of Deputies, the lower chamber of the Parliament, consisted of 115 deputies, and the non-Muslims were actually present in a number surpassing by far the proportion of Christians and Jews in the Ottoman population.¹⁵⁶

The organization of government had been one of the key issues brought up by the New Ottomans in the Empire and in the exile, and it emerged as a prominent topic in the Constitution and in the parliamentary debates, too. While some supported centralism as an efficient way of implementing reforms, others defended the advantages of decentralization or directly of federal organization of the Empire. The Constitution explicitly stated that provincial administration should be based on the principle of decentralization. It expanded competences of provincial institutions of self-government (provincial administrative councils, and provincial general assemblies, or councils-general), including the right to “deliberate on matters of public utility, such as the establishment of means of communication, the organization of *caisses de crédit agricole*, the development of manufactures, commerce, and agriculture, and the diffusion of education.”¹⁵⁷ The policies of amelioration, including public works, remained one of the major attributions of the governor, a representative of central government in the province. The Parliament elaborated a new Provincial Law, but the political events prevented its implementation and provincial administration continued to operate under the Provincial Law of 1864. The effort to create a multi-level administration with representative elements is reflected in the provincial municipal code of 1877 which extended to all Ottoman cities the experiments made with municipal government in Istanbul during the Tanzimat. Every city was to receive a municipal organization under the supervision of the Ministry of Interior.

155Niyazi Berkes, *Türkiye'de Çağdaşlaşma*, 313.

156*Ibidem*, 299-329; Robert Devereux, *The First Ottoman Constitutional Period*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1963.

157<http://www.worldstatesmen.org/OttomanConstitution1876.htm>. Source: Boğaziçi University, Atatürk Institute of Modern Turkish History (<http://www.ata.boun.edu.tr>) (The translator is unknown) http://www.ata.boun.edu.tr/Department%20Webpages/ATA_517/Constitution%20of%20the%20Ottoman%20Empire%201876.doc

Municipal council was to be elected, but was to count with advisory members who combined expertise and government office, namely the district doctor, the veterinary surgeon and the engineer.¹⁵⁸ Such regulation points to the importance of cities for the construction and recognition of expert authority: the fact that municipal administration recognized it in such prominent way confirms, in my opinion, the resonance of the debates on hygiene, epidemic and fire prevention, and urban amelioration initiated during the Tanzimat.

After the disastrous war with Russia (1877-1878), sultan Abdülhamid took advantage of the competences given to him by the Constitution, sent the parliament for an unlimited vacation and established himself as an absolutist monarch. Abdülhamid faced an extremely complex challenge of aggressive European imperialism, proliferation of nationalist movements within the Empire and a high degree of dependence on European financial houses. The ruling elite of his regime understood that in order not only to strengthen, but to save the Empire, major steps had to be taken in terms of state finance, modernization of military forces and construction of infrastructures. On the other hand, this *modernization* had to be kept under a strict control in order not to foster internal opposition or foreign intervention.

Abdülhamid's rule meant a step away from the concentration of power in the bureaucracy, characteristic for the Tanzimat. The sultan opted for a personal way of governing and exercised power through his men of confidence. The Palace became centre of power in detriment of the government, fully subordinated to the will of the sultan. Nevertheless, many institutions of government existing since Tanzimat, including the departments and assemblies that constituted the administration of Public Works, continued to function, got consolidated, and even expanded. In fact, according to official statistics, 11,4% of all Muslim residents of Istanbul worked for the government in 1886.¹⁵⁹ New organisms in charge of inspection were created to check on the work of the military and civil service and to prevent corruption, as well as political dissent.¹⁶⁰ Salaries were fixed according to rank and position, in order to prevent arbitrary action and favoritism. Standardization, rationalization and transparency were principles that underlay the reform of finances. In contrast to both *Ancien Régime* and the first decades of the Tanzimat, governmental officials were recruited among men who received formal education in the schools founded during

158Stanford J. Shaw and Ezel Kural Shaw, "Culmination of the Tanzimat: Reign of Abdülhamid II, 1876-1909", in *History of the Ottoman Empire and Modern Turkey*, Vol. II, *Reform, Revolution, and Republic.....*, 243, Bernard Lewis, *The Emergence of Modern...*, 399

159Stanford J. Shaw and Ezel Kural Shaw, "Culmination of the Tanzimat...", 242 and 244. In general the Shaw couple provided a good systematic overview of administrative change during Abdülhamidian absolutism *ibidem*, 211-253.

160For a biography of the sultan, see François Georgeon, *Abdülhamid II, Le sultan calife (1876-1909)*, Fayard, Paris, 2003. Abdülhamid II was known as Red Sultan in British press for his political responsibility for the inter-community violence that took place during his rule. Nevertheless, as Bernard Lewis points out, the use of violence towards elite opposition (mainly Muslim high- and middle-ranking bureaucrats and officers) was actually limited: even an open rebellion was punished by exile, rather than by execution. Bernard Lewis, *The Emergence of Modern...*, 198-199.

previous decades (*Mülkiye*, or School of Civil Service) or in the newly founded centers that were founded to supply the institutions of government with loyal and qualified staff. Besides the Law School or the School of Finance, the Civil Engineering School (*Hendese-i Mülkiye Mektebi*) foreseen to provide for the needs of the administration of Public Works since 1869 was finally founded in 1883. Thus, the Ottoman State during the era of Abdülhamid's autocratic reformism was an apparently paradoxical mixture of highly personal exercise of power on the highest level of government, and expanding nuclei of institutionalized, *rational* public administration on the subordinate levels. All levels of government were meant to be kept under a close supervision, centralized in the Palace and made possible by a network of spies, as well as by the development of modern communications.

Abdülhamid supported his authority by putting more emphasis on Islam and on his own role as caliph of all Muslims. This shift seemed to be a logical option as the proportion of Muslims in the Empire sharply increased after the *de facto* loss for the Empire of a great part of the Balkans, and the subsequent flood of hundreds of thousands of European Muslim (and Jewish) refugees to Istanbul and Anatolia. Moreover, the pious, sober image of the sultan connected well with the people, tired of what many perceived as costly experiments with little positive results, or directly as subservience to Christian powers. Also, pan-Islamism was a card Abdülhamid could play in international politics: it helped him counterbalance separatist tendencies of local Muslim leaders, as well as claim the right to protect and defend the Muslims who lived under the authority of European empires, either in British, French and Dutch colonies or in central Asia conquered by Russia. Nevertheless, the question of legitimacy of power and of governability in the Empire remained extremely complex on the long run.¹⁶¹ As Kemal H. Karpat maintains, "...the need of harmony between the government and the society on every level of activity constituted the fundamental problem facing the Ottoman state in its latter stage. The problem was aggravated by the fact that any attempt to reconcile society and government functionally and ideologically was bound to undermine the complex socio-ethnic and religious system of balances on which the traditional Ottoman state stood."¹⁶² In this context, the last third of the nineteenth century was marked by growth of inter-community violence. As for the relation between the government and the subjects, the question of equality versus Muslim supremacy/protective privileges for minorities kept haunting the integration of non-Muslims to the government in equality of conditions.

¹⁶¹On the legitimacy of power during Abdülhamid's rule, see the fundamental work by Selim Deringil, *The Well-Protected Domain, Ideology and the Legitimation of Power in the Ottoman Empire, 1876-1909*, I.B.Tauris, London/New York, 1998.

¹⁶²Kemal H. Karpat, "The Transformation of the Ottoman State 1789-1908", in *Studies on Ottoman Social and political history: selected articles and essays*, Brill, Leiden, 2002, 30.

Military service was a paradigmatic case: the recruitment of non-Muslims was a widely discussed solution to the lack of able soldiers. However, as it has already been mentioned, non-Muslims generally preferred to pay a special tax instead of serving in the army. On the other hand, the officers were used to mobilize the troops by appeals to Muslim imagery and the soldiers of lower ranks were unwilling to obey non-Muslim officers.¹⁶³ Non-Muslims showed major interest in the civil service, although the particularities of Abdülhamid's personalist rule, together with the recruitment of civil servants among the graduates of public schools, worked rather in detriment of the trend towards incorporation of non-Muslims to the institutions of government initiated during the Tanzimat. According to the Ottoman statistics analyzed by Stanford Shaw, of 24.112 Istanbulites employed in government service in 1886, 22.984 were Muslims, 494 Armenians, 348 Greeks, 155 Catholics and 99 Jews.¹⁶⁴ Nevertheless, the central and the provincial administration of public works was one of the branches that continued to employ an important number of non-Muslims, both foreign and Ottoman citizens. While Armenians were massacred in Istanbul and in Eastern Anatolia (1894-1896) and Armenian separatist organizations carried out bomb attacks on Ottoman dignitaries including the sultan himself, Armenians served as on high-ranking post in the ministry of Public Works, worked as engineers-in-chief in provinces and designed major urban reforms.¹⁶⁵

In spite of the Islamic turn during Abdülhamid's rule, at the same time, the Ottoman Empire experienced a growing integration into the world economy, in particular through strengthening ties with Europe. After the Ottoman finances collapsed in the mid 1870s, the amelioration fever of the last two decades of Tanzimat came to an abrupt end and the government was obliged to radically cut down its expenditures on civil projects during several years.¹⁶⁶ In the early 1880s, a regime of Public Debt Administration was established, meaning foreign control of some of the most productive sectors of the Ottoman economy (including tobacco and silk production). Stimulated by such favorable conditions, foreign investment entered the Empire in an unprecedented degree.¹⁶⁷ Ottoman Imperial Bank, an institution which was, in spite of its name, in hands of foreign capitalists, played an important role in channeling this investment. This led to a fast expansion of infrastructures: ports were enlarged and modernized to harbor huge steamships and international

¹⁶³See footnotes 165 and 167.

¹⁶⁴The remaining few are identified as Latins, Protestants and a Bulgar (?). Stanford J. Shaw and Ezel Kural Shaw, "Culmination of the Tanzimat...", 244.

¹⁶⁵There were Greeks occupying posts of maximum importance in this period, too. See Maria Georgiadou, "Expert knowledge between tradition..."

¹⁶⁶An important part of the budget was swallowed by the payment of the debt (approx. 30% in the budget of 1880/1881). See Tevfik Güran (ed.), *Osmanlı Mali İstatistikleri. Bütçeler, 1841-1918*,...vol.7, 101-102.

¹⁶⁷In the Public Debt Administration, there were representatives of Great Britain, France, Germany, Italy, Austria-Hungary and the Ottoman Bank. On foreign capital in the Ottoman Empire see Şevket Pamuk, "Foreign Capital in the Ottoman Empire, 1854-1913," in *The Ottoman Empire and European Capitalism, 1820-1913. Trade, Investment and Production*, Cambridge University Press, Cambridge, 1987, 55-81.

competition for railway building was triggered. The improvement in communications stimulated changes in agriculture: the possibility of cheap and fast transport enabled market-oriented crop production in fertile, but remote regions that had until then been condemned to the subsistence economy. It also brought rural and urban areas closer together, facilitated internal and cross-border migration, circulation of armies, bureaucrats, and revolutionaries, as well as that of information and ideas. Moreover, mining experienced boom in the very end of the century, as French, British and other foreign companies received concessions for the exploitation of Ottoman lignite, borax and other resources. As a whole, the Ottoman Empire became integrated in the world economy in a semi-colonial position: its finances being under European control, the country's economy provided raw materials for industrialized countries.¹⁶⁸

Foreign companies introduced employment patterns that, in certain sense, counterbalanced the tendencies in access to government offices. As Donald Quataert pointed out, and the patterns of employment of engineers at the construction of infrastructures confirm, foreign companies employed foreigners on the top positions, Ottoman Christians occupied middle ranking posts (we find engineers in both categories), while Ottoman Muslims were mainly employed as non-qualified labor force. Such unspoken recruitment policies had to do with networks of contacts and knowledge of languages. Moreover, other factors were in play, too, like confidence in countrymen and people of the same belief, as well as prejudice against Muslims as for their trustworthiness and skills. Nevertheless, we should also bear in mind that qualified Muslims were actively sought for by the government and encouraged to accept public office, rather than work for private companies.¹⁶⁹ It would be extremely interesting to carry out a similar study on the recruitment dynamics of the Ottoman and foreign mining companies.

Another significant feature of Abdülhamid's reign was a long-term change in international politics. When the priorities of Great Britain and France shifted towards direct colonial rule, British and French governments lost interest in defending the integrity of the Ottoman Empire against Russian expansionism. Austria-Hungary and Russia competed for extending their influence in the Balkans. In this scenario, the newly united German Reich stepped in and established itself as a new privileged partner of Ottoman government (the emperor Wilhelm II. paid an official visit Istanbul

¹⁶⁸See Şevket Pamuk, *The Ottoman Empire and European...*; Charles Issawi, *The Economic History of Turkey, 1800-1904*, University of Chicago Press, Chicago, 1980; Reşat Kasaba, *The Ottoman Empire and the World Economy: the Nineteenth Century*, SUNY, Albany, 1988; On transportation, Donald Quataert, "Transportation", in Halil İnalcık and Donald Quataert (eds.), *An Economic and Social History...*, 798-823.

¹⁶⁹Donald Quataert, *Social disintegration and popular resistance in the Ottoman Empire, 1882-1908: Reactions to European Economic Penetration*, New York University Press, New York, 1983. As for the unwillingness of foreign companies to employ Ottoman Muslim engineers, see the memories of engineer Osman Tevfik (Taylan). When two graduates of the civil school were employed by a French company, it became big news, as it was exceptional for foreign companies to do so. Memories included in Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu*, 583.

three times).¹⁷⁰ The collaboration was searched for from both sides: Germany came late for the European quest for colonies and markets and had to find other, indirect ways of boasting her growing economy and of becoming a relevant player in international politics.¹⁷¹ Ottoman authorities were happy to cooperate with a rising power which did not seem to be interested in promoting independence of any particular part of the Ottoman territory or pursuing her own colonial dreams in detriment of the realms of the sultan. At the same time, cooperation with Germany could also serve to counterbalance the French and British control of Ottoman economy which further increased with the establishment of Public Debt Administration. Moreover, the German one was an authoritarian regime less prone to preach about political freedom and about the status of minorities. In relation to the Ottomans, agents of German empire promoted a definition of civilization based on military prowess and discipline, as well as on technological and economic development, which wedded well with the cautious reformism of Abdülhamid's regime.

In the mid 1880s, a military mission was sent to the Ottoman Empire by Helmuth von Moltke, chief of the German General Staff, who had worked as an invited military expert in Turkey during the rule of Mahmud II. Moreover, German companies provided the Ottomans with up-to-date military technology and German military experts helped strengthen the defense of the Straits. German military experts as von der Goltz (who worked as an inspector of military schools and, among other things, proposed a reform of the Military School of Military Engineers) or Starcke (who was in charge of the inspection of the Naval Academy and designed a plan of its reform) agreed on the lack of well-selected and well-trained officers as one of the major obstacles to the efficiency of the Ottoman armed forces.¹⁷² Goltz was put in charge of organizing the selection and training of staff officers. He reformed the Military Academy according to the model of the Prussian *Kriegsakademie* where he had taught military history. Nevertheless, the institutionalization of command clashed with the personalist style of Abdülhamid's government. Contrary to previous trends, Abdülhamid relegated the vizier in charge of the army (*serasker*) to a subordinate position, determined to act himself as an effective commander-in-chief with the help of loyal generals. Therefore, the sultan mistrusted anyone who could derive legitimacy from anything else but

170 İlber Ortaylı, *İkinci Abdülhamit Döneminde Osmanlı İmparatorluğu'nda Alman Nüfuzu*, Ankara Üniversitesi Siyasi Bilgiler Fakültesi, Ankara, 1981; Jehuda L. Wallach, *Anatomie einer Militärhilfe. Die preussisch-deutschen Militärmissionen in der Türkei 1835-1919*, Droste, Düsseldorf, 1976; Naci Yorulmaz, *Ottoman Empire and Germany (1871-1908): Military-economic relationship. Trade Activities of German Armaments Industry in the Ottoman Market*, Free University, Berlin, 1-19.

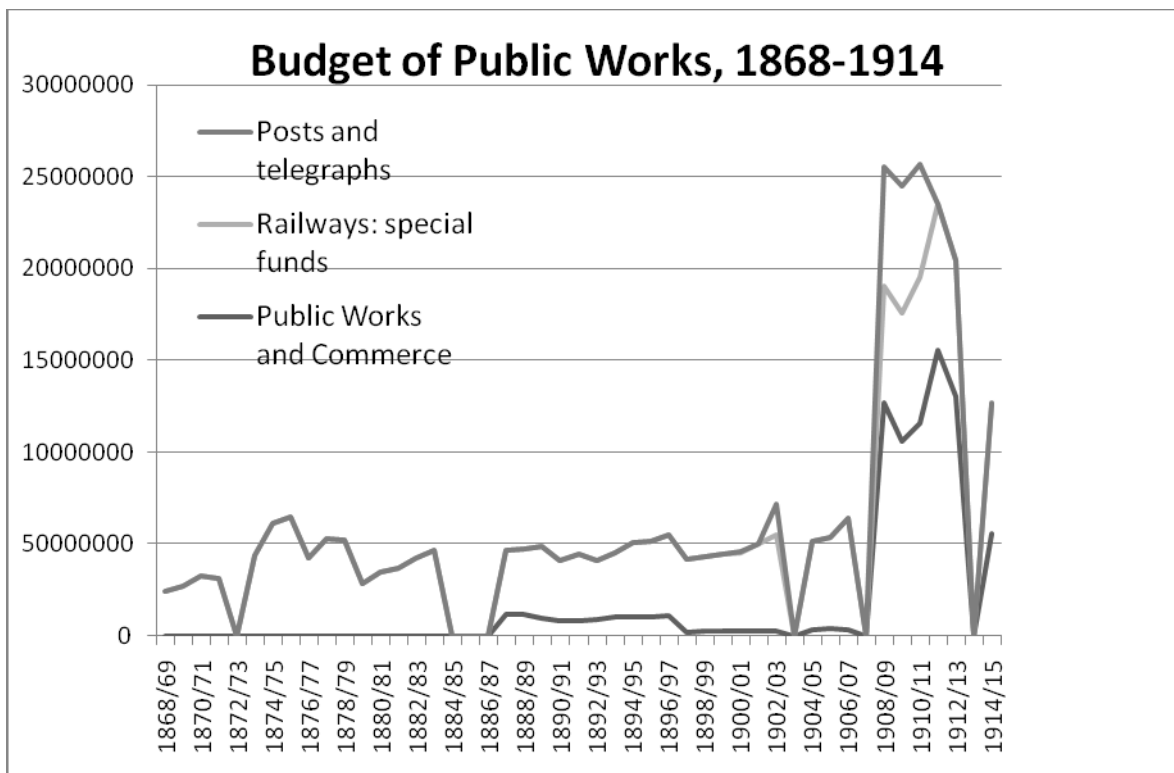
171 In 1898, German governing circles perceived the concession for the construction of Baghdad Railway as a great opportunity to extend German political influence and promote her economic interests. Mustafa Gencer, *Jöntürk Modernizmi ve "Alman Ruhu"*, 1908-1918 *Dönemi Türk-Alman İlişkileri ve Eğitim*, İletişim yayınları, İstanbul, 2003, 291.

172 Colmar von der Goltz, *Denkwürdigkeiten*, (ed. F. von der Goltz and W. Förster), Mittler, Berlin, 1932; M. Starcke, *Rapport sur l'Ecole de la Marine Impériale de Halki (avec trois annexes)*, Constantinople, 9-2-1885, BOA, Y.PRK-ASK, 25/34.

personal loyalty to the ruler, be it modern drill and specialized education. For the matter of fact, his fears were to prove justified on the long run, as he was going to be overthrown by a revolution led by these young, diploma-holding officers.

During this time, Ottoman authorities struggled to impose *raison d'état* in public works, with remarkable degree of success taking to consideration the heavy debt of the Ottoman Empire, as well as its reliance on foreign capital and expertise. The investment in public works reached and surpassed pre-bankruptcy level in 1880 and in the first half of 1890s. Another growth of investment can be observed in the very last years of Abdülhamid's rule. Some areas, however, like Post and Telegraphs, enjoyed a stable, steadily growing budget, witness to the regard in which the authorities held these particular tools of communication.

Figure 1¹⁷³



The understanding of territory as a whole -as a space of planning, intervention and transformation- marked the activity of Ottoman statesmen in the field of public works. For the first time, a map and a written project were prepared, featuring roads planned to be built all around the Ottoman territory. It was part of a complex plan of amelioration Minister of Public Works Hasan Fehmi Pasha designed for Anatolia in 1882, that included regulation of rivers, desiccation of

173The figure is based on the Ottoman state budgets, 1868/9-1914/15. Tefik Guran (ed.), *Osmanlı Mali İstatistikleri. Bütçeler, 1841-1918*, Tarihi İstatistikler Dizisi, vol.7, T.C Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara, 2003.

marshes, amelioration of ports, as well as construction of roads and railways.¹⁷⁴ As Tekeli and İlkin point out, the roads to be built did not constitute a network, which would indicate a perception of communications as tentacles of power and a way of unifying the territory. Rather, the roads followed the pattern observed in the railroads built in 1860-1870s: they connected important ports to the hinterland, enabling the commercialization of crops and raw materials. Hasan Fehmi defended concessions to foreign companies as the best way of building the roads, convinced that the tolls and transportation fees would offset the initial costs. Nevertheless, the commission which evaluated the plan found existing system (mentioned in the section dealing with Tanzimat) satisfying, and proposed that in special cases Ottoman companies should be given concessions to build roads and charge fees for their use during a given period of years.¹⁷⁵ In the following years, macadam roads were introduced, and the whole process of road-building was further regulated, including the competences of the engineers, as well as the recruitment of workers. According to data provided by the Ministry of Public Works in 1908, during the 1880s, almost 1.000 km per year were completed and 400 km were under construction.¹⁷⁶ Public Regulations of Roads and Bridges from 1889 confirm the further introduction of standardized procedures of rational administration in the Ottoman Empire.

A concept of network was nevertheless implemented in case of telegraph, which remained one of the priorities of central administration. New lines were built and operated either by foreign companies through concessions, or by local technicians (educated in France or in newly established Ottoman courses and institutions) occasionally supervised by French engineers-telegraphers.¹⁷⁷ This device of communication was deemed of great importance, as it represented a tool of gathering all kinds of information. Abdülhamid's administration became particularly interested in establishing control over the circulation of ideas and ideologies in the realm, paying great attention to the supervision of military and civil servants of all ranks. Such policy was made possible not only by a growing network of spies, but also by the use of telegraph. On the other hand, the employees of the telegraph service often used their posts in the opposite sense: selling useful information to businessmen, bankers and foreign spies. As Koloğlu has pointed out, jobs in the telegraph service were highly demanded due to the access to privileged information and, subsequently, to extra

174Celal Dinçer, "Osmanlı Vezirlerinen Hasan Fehmi Paşa'nın Anadolu'nun Bayındırlık İşlerine Dair Hazırladığı Layıha", *Belgeler*, vol. 5-8, 9-12 (1968-1971), Türk Tarih Kurumu, Ankara, 153-233.

175İlhan Tekeli and Selim İlkin, "Osmanlı İmparatorluğu'nda ondokuzuncu...", 436.

176After a period of stagnation, the road-building received a new impulse just before the Young Turk Revolution. Data from Noradounghian's Program of Public Works provided in İlhan Tekeli and Selim İlkin, "1908 tarihli 'Umur-i Nafia...", 526.

177A course of telegraph was established in *Darüşşefaka*, a high-quality school for orphans. The graduates were later employed in the Technical Department of the Ministry of Posts and Telegraphs. The most talented ones were sent abroad to study engineering. Tanju Demir, *Türkiye'de Posta Telgraf...*, 61-62. See also the footnote 234.

income.¹⁷⁸ Moreover, the telegraph also constituted a remarkable source of revenue for the Treasury, as it served not only to the military and government officials, but also offered its services to general public.¹⁷⁹

Construction of the railroads represented a far more complex undertaking. As I have analyzed above, the railroads built during the Tanzimat were rather short and served mainly commercial interests of foreign companies and of local producers of agricultural products. Ottoman statesmen of Abdülhamid's period attempted to promote major lines that would serve strategic interests of central government. Not only they took into consideration military criteria, but they also wished to increase the amount of taxes collected. This was to be achieved, as Şevket Pamuk affirms, by two major means: 1) by raising the efficiency of tax-collection through the use of railways to control the territory 2) by connecting fertile regions to important internal and external markets, boosting Ottoman agriculture and consequently the Treasury's income from taxes.¹⁸⁰ As they could not impose their interests directly, they successfully played on the competition for concessions of foreign companies, backed by different European powers.¹⁸¹ Eventually, the Ottoman territory ended up divided in British, French and German zones of influence, following the dominant railroad investors in each region.¹⁸² The concessions made possible to connect Istanbul to Paris in 1888, as well as to link the capital to important Ottoman cities. In the Balkans, there was an important jump even in the lines of local importance. By the end of the nineteenth century, a network came to existence, which, though not dense, provided long lines of both strategic and commercial importance.¹⁸³ Nevertheless, this success -in terms of kilometers built and covering

178On the telegraph administration during Abdülhamid's rule, see Tanju Demir, *Türkiye'de Posta Telgraf...*, 55-62. On the different ways of "appropriation" of this technology by the authorities and by the population, see Orhan Koloğlu, "Yeni Haberleşme ve Ulaşım...", 604-605.

179In the Budget of 1882/83, the income from telegraph is 6 times higher than that of the Imperial mines. See income from telegraphs per year in Tefik Güran (ed.), *Osmanlı Mali İstatistikleri. Bütçeler, 1841-1918*, Tarihi İstatistikler Dizisi, vol.7, T.C Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara, 2003. Nonetheless, the budget for telegraph and posts generally equaled and surpassed the income coming from them.

180Şevket Pamuk, "The Ottoman case in comparative perspective" in *The Ottoman Empire and European...*, 134.

181Donald Quataert explains the different means of railway financing in the Ottoman Empire: 1) The most common way consisted of concessions: a company (or companies) got a concession from the government, sold bonds to raise money, built and operated the line. In this case, the state offered certain financial guarantees to the companies. In 1860s, a certain rate of return was guaranteed, while after the state bankruptcy a system was introduced of *kilometer guarantee system*: the government granted the "company a certain minimum revenue per km, pledging to make up any deficiencies". 2) less frequently, the state directly provided money for the construction, either to a company which then built the railway, or, in few cases, the government organized the construction itself. In this case, a finished line could be turned over to a private company to operate it. Donald Quataert, "Transportation", 806-807.

182Thus for example, the grant to Deutsche Bank of exclusive rights to build Anatolian Railways project in 1888 is considered a sign of the beginning of German ascendancy in the Ottoman Empire. Naci Yorulmaz, *Ottoman Empire and Germany...*, 4. The way this railway promoted and shaped German presence in Anatolia (and Middle East) is examined in Rıfat Önsoy, *Türk-Alman İktisadi Münasebetleri (1871-1914)*, Enderun, Istanbul, 1982; Mustafa Gencer, *Jöntürk Modernizmi ve "Alman..."*, 290-296 and in İlber Ortaylı, *İkinci Abdülhamit Döneminde Osmanlı...*

183As for the length of the railways built, Quataert maintains that it increased from 1145 km in 1878 to 6248 km in 1913. Shaw estimates the length was 5883 km by 1907/8. Stanford J. Shaw and Ezel Kural Shaw, "Culmination of the Tanzimat...", 227, which would mean it tripled during Abdülhamid's rule. Quataert estimates railways employed approx. 10 -15.000 persons as a permanent work force by 1914. Donald Quataert, "Transportation", 810. The

important parts of territory- had its costs. The guarantee offered by the government to foreign companies per each kilometer, led to further debt in an already highly precarious financial situation. Though, as Şevket Pamuk asserts, the collection of taxes indeed rose faster in the provinces connected by railways, the increase in revenues was not able to cover the expenditures through kilometer guarantee funds.¹⁸⁴ On the whole, the expansion of railways during Abdülhamidian regime indeed accelerated the integration of the Empire to the world economy.

Abdülhamid's administration undertook a remarkable challenge with great ideological significance: the construction of Hejaz railway. This railroad was to connect Damascus with the holy city of Medina (a prolongation to Mecca was foreseen, too).¹⁸⁵ Muslim believers would thus be provided a modern and comfortable means of transport for their obligatory pilgrimage (*hajj*), which had until then been a rather dangerous and tiring enterprise. Nevertheless, there were also strategic reasons behind the project: the railway would enable fast and easy transport of Ottoman troops to an increasingly rebellious Arabian peninsula, a region which was becoming object of British strategic interests. The railroad was to be built by Ottoman civil and military engineers in collaboration with their foreign colleagues: a display of technological expertise of Ottoman Muslims. Furthermore, it was to be financed not only from the Ottoman budget, but also from the donations of Muslims (and non-Muslims) from all over the world. As a whole, the project of Hejaz railway was part and parcel of Abdülhamid's emphasis on himself as caliph, head and protector of all Muslims. The graduates of the School of Civil Engineering were first reticent to apply for the job on this far-away railroad, which passed through lands where both nature and population seemed rather hostile to Ottoman gentlemen. Nevertheless, the high salary offered, as well as good project management by the engineer-in-chief Meissner Pasha (Heinrich August Meissner, 1862-1940), made them change their minds.¹⁸⁶ According to İlkin and Tekeli, 80 of the 190 engineers graduated in the first 26 years of existence of this civil school, worked on Hejaz Railway.¹⁸⁷ Ottoman military engineers worked on the project, too, and thousands of soldiers were employed as labor force in the construction. Completed in August 1908, the railway represented, in spite of initial problems (which are dealt with in the chapter *Work of Engineers*), a noteworthy achievement of the Ottoman government and of the Ottoman engineers.

railways became a lieu of emergence of trade unionism and worker's movement in the Ottoman Empire.

184Şevket Pamuk, "The Ottoman case in comparative...", 134.

185On Hejaz Railroad, see: William Ochsenwald, *The Hijaz Railroad*, University Press of Virginia, Charlottesville, 1980; Ufuk Gülsoy, *Hicaz Demiryolu*, Eren, Istanbul, 1994; Orhan Koloğlu, "Hicaz Demiryolu: Amacı, Finansmanı, Sonucu", in Ekmeleddin İhsanoğlu and Mustafa Kaçar (eds.), *Çağını Yakalayan Osmanlı!...*, 289-334.

186Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu*, 584. According to Ochsenwald, the construction of the railway suffered from lack of managerial and technical experience of the Ottoman staff. To overcome these initial problems, mixed Ottoman-foreign team came to existence and concessions were granted to companies for particularly complex technical tasks (tunnels). William Ochsenwald, *The Hijaz Railroad...On the work of the Ottoman engineers at the construction of this railway*, see the chapter *Work of Engineers*.

187İlhan Tekeli and Selim İlkin, "1908 tarihli 'Umur-i Nafia ...", 551 (footnote 26).

Besides the traditional competences of the Public Works administration, new fields of action were (re)defined and explored. While mines, forests and agriculture represented traditional sources of income for the Ottoman treasury, Abdülhamid's regime and the foreign agents represented in Public Debt Administration and in the Imperial Ottoman Bank actively tried to develop and modernize mining and agriculture in order to fully exploit their potential. In 1888, the Agricultural Bank was created to provide agricultural credit and finance agricultural education and administration. Once again, people who studied abroad played an active role in the transfer of knowledge, as well as of models of administrative intervention. Among the major advocates of a scientific agricultural education stands out the Ottoman Armenian agronomist Amasian Efendi who studied agronomy in France and worked as the head of Direction of Agriculture of the Ministry of Trade.¹⁸⁸ Thanks to his effort, a Superior School of Agriculture (*Ziraat Mekteb-i Âlisi*) was finally opened in Halkalı in the early 1890s (including a section on Veterinary medicine since 1895). After 1893, when a separate Ministry of Forests, Mines and Agriculture was established, agricultural administration became more active and increasingly qualified inspectors were distributed all around the territory to gather information for the ministry and provide technical advice to producers (experimental farms being set for the same purpose in several provinces).¹⁸⁹ We may notice that a similar system of organization as in case of forestry administration developed in 1870s came to existence, pointing to the French model of techno-administrative intervention.

In spite of the restrictive Regulation of 1870 and a growing number of technicians employed in forestry administration, the devastation of forests continued due to the growing demands of wood for private, military, infrastructural and industrial use. The School of Forestry was reorganized as a School of Forests and Mines (*Orman ve Maadin Mektebi*) in 1880 to save money, though two separate sections existed after a common basis. In 1893, the school was shut down and the students of forestry were sent to the School of Agriculture. Ten years later, the name of this school was changed to Superior School of Agriculture and Forestry (*Ziraat ve Orman Mekteb-i Âlisi*) in order to reflect that transfer.¹⁹⁰ Specialized mining education did not experience a major institutional consolidation except for this short experiment. On the other hand, the Direction of Mines managed to attract foreign investment offering rentable long-term concessions, as well as stimulate the exploitation by private entrepreneurs, Ottomans and foreign, who organized in companies.¹⁹¹ Occasionally, the state invested directly to infrastructural improvement of mines, building short

188Rifat Önsoy, "Tanzimatta üretimi çağdaşlaştırma...", 483-484.

189Nevertheless, the fact that Agricultural Bank remained attached to the Ministry of Trade caused tensions and conflict of competences. See *Türk ziraat tarihine bir bakış*, Devlet basımevi, İstanbul, 1936 and Stanford J. Shaw and Ezel Kural Shaw, "Culmination of the Tanzimat...", 232.

190*Türk ziraat tarihine...*

191On incentives to mining production provide by the government and their results, see Halil Yıldırım and Ahmet Öğreten, "1876-1908 döneminde Ereğli Kömür havzasında uygulanan madencilik teşvikleri ve sonuçları",

railroads or purchasing expensive machinery. In general, the production boosted, mainly -but not exclusively- export-oriented. The pattern given by Donald Quataert for the production in the Coalfield of Zonguldak is emblematic: it “stagnated until 1880s, then doubled in the following decade, only to triple between the 1890s and the first decade of the 20th century”.¹⁹² Furthermore, both legal normative and private contracts gradually (re)defined and specified the role of mining engineers.¹⁹³

The cautious, ambiguous stance of Abdülhamid's regime towards institutional change becomes particularly evident when examining the development of technical education. On one hand, the sultan and his men of confidence, as the long-term grand vizier Little Said Pasha were undoubtedly convinced that the Empire needed skilled men who mastered modern science and technology. The proliferation of secondary schools all over the Ottoman Empire and creation of several establishments of superior education (including the University) during this period, actually superior to the years of Tanzimat, confirms that formal education in new-style institutions was deemed necessary to shape loyal and efficient government officials.¹⁹⁴ On the other hand, the agents of the regime correctly identified the danger such men might represent for sultan's authority. As it had become clear during 1860s-1870s, modern education in the new Ottoman schools or abroad provided growing number of young officers and clerks with self-esteem and with a particular sense of righteousness, based on the conviction that they knew what needed to be done to modernize (*muasırlaşmak*) and save the Empire. In order to keep these new elites under control and to channel their energies according to the interests of the ruler, Abdülhamid opted for keeping a close grip on the educational establishments in the Empire.

As for the engineering in particular, Abdülhamid's reign was marked by two major patterns: 1) consolidation of the position of civil engineers within the Administration and 2) creation of a school of civil engineers under military regime. The creation of a school for civil engineers was foreseen already in the founding regulations of the Ministry of Public Works in 1869. Nevertheless, the Civil Engineering School was founded only under Abdülhamid's rule in 1883 (the founding regulations are from 1884). Contrary to the initial project, it was established under a joint authority of the Minister of Public Works and military authorities. It was to be bound to the Military School of Engineers, and thus to the authority of the Imperial Arsenal of Artillery and Ordnance (*Tophane-i Âmire*). The aim of the school was to provide qualified engineers who would become high-ranking civil servants in the administration of public works. For that purpose, the education was to cover all

Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 2, (7, 2009), 323-344.

¹⁹²Donald Quataert, “An Overview of the Zonguldak Coal Mines During the Ottoman Era”, in *Zonguldak Kent Tarihi '05 Bienali. Bildiriler Kitabı*, ZOKEV, Zonguldak, 2006, 384.

¹⁹³See examples in Erol Çatma, “Osmanlı İmparatorluğu döneminde metal ve taşkömürü madeni işletmeciliğinde iş emniyeti uygulamaları”, in *Zonguldak Kent Tarihi ...*, 277-295.

the areas that were competence of the Ministry of Public Works, including roads, bridges and railroads, as well as map-making and territory measurement. The graduates were obliged to work in the civil service. After finishing their studies, they were distributed to the provinces by the system of lottery. In general, they occupied the post of assistant of the engineer-in-chief of the province, though some were given posts in the separate railway administration.

In spite of the fact that the purpose of the school was clearly to provide *civil* servants, military authorities, the direction of the Military School of Engineers and of the Arsenal in particular, were actually in charge of the daily functioning of the school. The regime of education was highly militarized, and these measures affected not only students, but also civilians among the teachers. Furthermore, personal loyalty of the students to the ruler was enhanced through prayers, lectures, and ceremonies, sometimes attended by the sultan himself. In practice, military supervision of the civil school was a source of discontent: not only were the professors and students of the civil section subject to strict discipline they considered excessive, but they also felt the civil school was systematically neglected.¹⁹⁵

Opting for schools of military character not only subdued students to strict control and discipline, including restrictions of movement and a strict control of the readings.¹⁹⁶ Furthermore, as Uluçay and Karatekin pointed out, it limited the influx of non-Muslims to civil bureaucracy¹⁹⁷. This question will be discussed in detail in the next chapter *Education of Engineers*. Renewed emphasis on the Muslim traits of the Ottoman state after the loss of the European territories in mid 1870s wed badly with the principle of equal access to public institutions. As the Muslim nature of the military was widely interiorized and accepted even among non-Muslims themselves, giving military status to an establishment was a smooth way of keeping the non-Muslims out. Non-Muslim students were not accepted to the Civil Engineering School during Abdülhamid's rule, though there were non-Muslims, both Ottomans and foreigners, among the teachers. The creation of an engineering school under the above-mentioned conditions not only represented a way of putting the formation of qualified civil servants under a direct control of the authorities, but also served to promote a future islamization of the administration of public works.

Besides trying to establish an efficient supervision of officers, government officials and students of elite schools, Abdülhamid's regime also strove to limit the spread of dangerous ideas among the people. It proved to be an extremely difficult task, as the public opinion, incipient during the Tanzimat, was becoming more and more inclusive and structured, nourished by growing contact

194Selçuk A. Somel, *The Modernization of Education in the...*

195 Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu*, 592 and 610.

196Memories of the engineer Hulki Ekrem in Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu*, 589-590; memories of engineer Osman Tevfik (Taylan), *ibidem*, 581.

¹⁹⁷ *Ibidem*, 131-134.

with foreigners, by proliferation of newspapers, journals and cheap novels, as well as by the introduction of new means of communication, as European-style theatre or photography. Censors worked hard to prevent any dangerous political messages from reaching the Ottoman public. As different authors pointed out, many words (including freedom, nation, assassination or dynamite) were actually considered suspicious and were to be avoided in press.¹⁹⁸ Nevertheless, books, newspapers, pamphlets and letters with political contents (including those published by the Ottoman dissidents in exile) were imported by foreign post services that operated in the Empire, or directly smuggled across the border. The readership steadily increased, including more and more women. Those who could not read would gather to listen to the news and stories in cafés, offices, workshops, gardens and homes. Newspapers and journals were filled with articles about life and customs in different countries and peoples, about new inventions and discoveries, as well as with explanations of natural phenomena and of functioning of machines. Cheap translations became available of detective stories, novels of adventure, and romance. Niyazi Berkes, Jitka Malečková and other historians who analyzed Ottoman publications and translations in the late nineteenth and early twentieth century, have pointed out to the significance of these new reading patterns.¹⁹⁹ Not only reading (and listening to) news about the world became a widespread entertainment which smoothly directed people's attention towards worldly matters. Detective stories, novels of Jules Verne or articles offering comprehensive scientific explanations to everyday situations also established causal links between events and promoted rational, materialist explanation of phenomena, transforming people's relation with their environment. In this respect, historians of science as Feza Günergun or Sevtap Kadioğlu analyzed the systematic effort of distinguished Ottoman intellectuals to diffuse and popularize science and technology among the Ottoman population.²⁰⁰ In their attempt to redeem Ottoman Muslims through scientific knowledge and thus save the Empire from decline, Ottoman intellectuals -as individuals and as networks- carried out vast work of researching, reading, learning, translating, compiling, writing, commenting, correcting, and publishing. In this enterprise they opted for simplifying the language in order to communicate with a public far broader than the community of learned men and students to which Ottoman *savants* traditionally directed their work.

198Niyazi Berkes, *Türkiye'de Çağdaşlaşma*, 340-341. Fatmagül Demirel, *II.Abdülhamid Döneminde Sansür*, Bağlam Yayıncılık, İstanbul, 2007. For an alternative approach including the negotiation between the Palace and the press owners, see Ebru Boyar, "The Press and the Palace: the two way relationship between Abdülhamid II and the press, 1876-1908," *Bulletin of the School of Oriental and African Studies*, 69 (3, 2006), 417-432.

199Niyazi Berkes, *Türkiye'de Çağdaşlaşma*, 361-363; Jitka Malečková, "Ludwig Büchner versus Nat Pinkerton: Turkish Translations from Western Languages, 1880-1914", *Mediterranean Historical Review*, 9 (1, 1994), 73-99.

200Sevtap Kadioğlu, "Shemseddin Sami's Treatise of Astronomy *Gök* (Sky): An Effort in the Way of Formation of the Turkish Scientific Language", a paper presented at the *XXIII Congress of History of Science and Technology* in Budapest, Hungary, 28th July- 2nd August 2009. Feza Günergun, "Derviş Mehmed Emin pacha..."; Mérope Anastassiadou-Dumont, "Science et engagement: la modernité ottomane à l'âge des nationalismes", in *Médecins et ingénieurs ottomans...*, 5-28.

At this point, we may suggest that severe restrictions on political news and analysis actually focused the energies of Ottoman intellectuals to topics as science, technology, health, contributing to the creation and dissemination of discourse of science in the Ottoman Empire. This was a highly significant trend which was to make possible establishment of scientific knowledge as alternative source of legitimacy and development of modern *governmentality*, particularly the exercise of power and control through expertise/professionalism.²⁰¹ Besides this new-style intellectuals, who often fluctuated between bureaucracy and independent living as journalists and publishers, doctors (physicians), Greek, Jewish, Muslim and Armenian, were the first influential group of modern liberal professionals to acquire prominence in public opinion-making. Medical advice on diet and exercise, information about prevention, diagnosis and therapy of disease, and ridicule of “charlatans”, helped redefine people's relation to their body, making them feel responsible for their health as well as of that of their children. At the same time, as Méropi Anastassiadou shows, they strove to expand and defend their professional field of action, and legitimize their expert authority.²⁰²

Nevertheless, there were other ways of construing and spreading a discourse: cities became a scenario of great projects of public works in the late nineteenth and twentieth century which systematically transformed life of urban-dwellers, promoting particular principles and imposing behavior. Urban reforms in the Ottoman Empire have constituted a highly popular topic of research during the last few decades and a vast bibliography is available on this subject. In this work, they will be further dealt with in the chapters *Identities and Discourse* and *Work of Engineers*. In rural areas, the penetration of such *discourse* was limited, though even in the remote regions, people were confronted with modern technology and transformed by their relation with it, be it trains or sewing-machines. Moreover, opinions, studies and projects about rural regions proliferated, slowly constituting a discursive basis for future intervention, as Sevtap Kadioğlu's work of journals on agriculture indicates.²⁰³

During Abdülhamid's rule, engineers who graduated from the Ottoman schools do not appear among the prominent promoters of popularization of science, and they rarely used the press either to establish themselves as experts in the eyes of public opinion or to bond with colleagues. I would attribute this fact to the limits imposed on them by them being government officials, or even men of military status. Different from the physicians, they depended almost exclusively on the work

²⁰¹ As it has been already mentioned, *governmentality* is a category used by Michel Foucault to define a multifocal system of domination that involves discourses and organized practices (techniques and institutions) directed towards self-control and the control of the population. Michel Foucault, “Governmentality”..., 87-104.

²⁰² Méropi Anastassiadou-Dumont, “Science et engagement: la modernité ottomane à l’âge des nationalismes”, in *Médecins et ingénieurs ottomans...*, 5-28.

²⁰³ Sevtap Kadioğlu, “Ziraat ve Sinaat Tercüme-i Fünun Odaları Mecmuası üzerine bir inceleme”, *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, 5 (2, 2004), 39-60.

in military or civil administration.²⁰⁴ At the same time, Ottoman engineers had their political opinions and projects for the future. They read, met and debated, and, occasionally, protested. There are testimonies suggesting that professors and students of the Civil Engineering School were in touch with the opposition movements, and that the (other) students were aware of it. The schools were an important center of sociability, but the engineers kept in touch after finishing their studies, too.²⁰⁵ Circulation of discourse, knowledge and political opinion through networks (of peers, of classmates, of colleagues, of men united by certain kind of education etc.) and via other kinds of informal sociability (family relations, freemasonry, etc.) represents a very important topic for a future research. The proliferation after the outburst of the Young Turk Revolution, of professional discourse of Ottoman engineers, restricted and stifled during Abdülhamid's rule, suggests the fundamental importance of the years around the *fin-de-siècle* for configuration of an identity of engineer as an expert and as a professional, with its political implications.

4. *Engineers in the Time of Unity and Progress*

Abdülhamid's absolutism did not remain unquestioned. Since 1890s, an active multifaceted opposition movement developed, both in the Empire and in exile in France, Egypt, Switzerland or Great Britain. The men in the opposition, who became known as Young Turks, coincided on the contempt for Abdülhamidian despotism, on the need for a constitutional government, on the principles of progress, freedom, equality and justice. Nevertheless, they differed on the organization of government, varying from the supporters of federalism or decentralization to those who saw a strong central government as the only way of efficiently ruling the Empire. Two major trends crystallized in the exile, besides the Armenian, Arab and other nationalist movements that also participated in the joint activities of the Ottoman exile opposition. Ottoman liberals, united in the League for Private Initiative and Decentralization (*Teşebbüs-i Şahsi ve Adem-i Merkeziyet Cemiyeti*), were inspired by the British way of governing (or rather the French idealized vision of it, as the popularity of Edmond Demolins' work *À quoi tient la supériorité des anglo-saxons?* among them seems to indicate).²⁰⁶ They appealed to wealthy Ottoman supporters of conservative modernization and were able to integrate moderate representatives of the minorities, offering a

204Foreign engineers who worked in the Ottoman Empire were, of course, in different position. A brief look on their publishing activity in the Empire and abroad is provided in the chapter *Work of Engineers*.

205On circulation of “subversive” or “inappropriate” literature in spite of prohibitions, see memories of engineer Hulki Ekrem in Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu*, 589-590. According to Hulki Ekrem, some students and professors were in contact with oppositionists of the regime; During Abdülhamid's rule, a class of the Civil Engineering School protested against religion lessons, arguing there was no need for them in an institution of superior education. See the memories of engineer Osman Tefik (Taylan), *ibidem*, 581.

206Ernest E. Ramsaur, *The Young Turks, Prelude to the Revolution of 1908*, Princeton University Press, Princeton, 1957, 71-90; Hans-Lukas Kieser, “Turkey's élite diaspora in Switzerland. (1860's-1920's)”, in Méropi Anastassiadou-Dumont, (ed.), *Médecins et ingénieurs...*, 349-382; Bernard Lewis, *The Emergence of Modern...*, 203-204; M. Şükrü Hanioglu, *The Young Turks in Opposition*, Oxford University Press, Oxford, 1995.

vision of a plural decentralized Empire in which provincial notables and other *forces vives* would play a key-role, navigating their communities towards modernity. The Committee of Union and Progress (*Ittihad ve Terakki Cemiyeti*), an extension of the secret organization founded in Istanbul, on the other hand, believed that such ideal was hardly plausible in an Empire which was already falling to pieces due to internal upheavals and external aggression, while the great part of population remained oppressed, ignorant and disinterested. Instead, they insisted on unity, proposing a strong, centralized government that would modernize the army, administration and infrastructures, as well as actively spread education and patriotic feelings. Influenced by Comtian positivism, they shared the wish to combine order and progress, stability and change, with reformers and revolutionaries all over the contemporary world. While the liberals tended to *laissez-faire* in the economy, the CUP speculated about protecting local agriculture and industry and fostering them by governmental action. They also insisted on full sovereignty, as well as on eliminating the privileges enjoyed by foreigners and minorities and on putting an end to the intervention of the Powers in the Empire. Their Ottoman nationalism was becoming more Ottoman-Muslim, as a result of growing skepticism towards the possibility of full integration of the minorities, namely the Christian ones. This was actually not in odds with secularism as another value on the rise.²⁰⁷

The discontent increased also within the Ottoman Empire. Among the elites, newspapers and essays of Ottoman opposition leaders published in exile circulated. Young officers, students and government officials felt that the sultan failed to efficiently defend the integrity of the Ottoman territory. Convinced that vigorous modernization policies were needed to save the Empire and considering themselves as capable of carrying them out, they were dissatisfied with not being included in a proper way in the defense and progress of the country. To promote their goals and define a plan of action, they founded secret societies, operating in a similar way as their predecessors, the New Ottomans, or as the Italian Carbonari. Finally, internal and external opposition united under the signs of Unity and Progress. Groups of conspirators proliferated all around the country. In the years immediately preceding Young Turk Revolution, the activity of these secret organizations seemed impossible to suppress. They systematically tried to recruit men who were expected to share “progressive” ideas and love for the country: that is, Muslim students, officers and civil servants educated in the new-style establishments. A testimony of an engineer -a graduate of the Civil Engineering School- who worked in provincial administration of Public

207The lively debate on nationalism and on transformations of Young Turk ideology is outlined in Jan Erich Zürcher, “Young Turks, Ottoman Muslims...”, 150-179. The author speaks about the phenomenon of ethnicizing a religion, that is: creating a national identity of the Ottoman Muslim, a very inclusive, broad category able to include any Muslim -even a recent convert- willing to speak (also) Turkish and declare himself Ottoman. (*Ibidem*, 173) The fact that religion becomes ethnicized, it does not necessarily operate as a system of belief, permitting even the

Works in Pristina is telling: two young army officers, graduates from the Military Academy, came to recruit him for the Committee of Union and Progress. Although our engineer, Mustafa Şevki Bey, first argued that he was actually already helping to save his fatherland by doing his duty correctly, he finally decided to join in. His reasoning is extremely interesting: while he feared that if his membership was discovered by the authorities he would be dismissed from civil service and exiled in “a faraway place like Yemen or Libya”, he was actually more afraid of the dangers of refusing. The fact that the secret organization would “become suspicious of him” or may “judge him by default” was a sufficient motive for him to overcome his fear of losing his job and being exiled, points to the degree of deterioration of sultan's authority in 1907, as well as to the extension and notoriety the opposition movement was able to achieve inside of the Ottoman frontiers.²⁰⁸

Not only were the elites mobilized in opposition to Abdülhamid's autocracy. The troops, often hostile to the haughty graduate (*mektepli*) officers, were nevertheless bothered by the lack of regular payment. Their loyalty to the sultan was also shattered by the lack of action taken to suppress the armed fighters in the mountains of the Balkans who combined banditry with nationalist demands and protection for harassed peasants.²⁰⁹ In the first years of the 20th century, mutinies and protests multiplied, and the agitation spread among urban dwellers. As François Georgeon pointed out, telegraph, a tool of centralization and control, became at the same time a vehicle of contestation.²¹⁰ Eventually, a military uprising led by the CUP, triumphed and the Constitution was restored (and modified to limit sultan's arbitrary power). A wave of enthusiasm for the newly acquired freedom united different political forces, Muslims and non-Muslims, for a short time. Censorship was abolished and freedom of press and association was guaranteed (soon to be limited by prohibiting associations based on ethnic exclusivity). Political, social, economical and religious matters were vigorously discussed in public and institutions of representative democracy were put in place.

Foreign powers and Balkan neighbor states took advantage of the turmoil to get what they could from the Ottoman Empire. Austria annexed Bosnia-Herzegovina (1908), an Ottoman territory administered by Austria since 1878, with important Muslim population, Bulgaria declared full independence (1908), Italy invaded the Libya (1911) and Crete declared unification with Greece (1913). This meant a major threat to the credibility of the constitutional regime, as the revolutionaries overthrew absolutism precisely with the argument that it was unable to efficiently

incorporation of radical secularizing, as well as openly westernizing, rhetoric and policies.

208Mustafa Şevki Atayman, *Bir İnşaat Mühendisinin Anıları*, I.T.Ü, İnşaat Fakültesi, İstanbul, 1984, 37-41. (second edition prepared by İsmail Hakkı Aksoy)

209On the contestation in the army, as well as on the tensions between graduated (*mektepli*) officers on one hand and the *alaylı* officers who had risen from the ranks, on the other, see Odile Moreau, *L'Empire ottoman à l'âge ...*, 193-223.

210François Georgeon, *Abdülhamid II, Le sultan...*, 394.

defend the Empire from internal separatist movements and from external aggression. Moreover, it fuelled the mistrust between the Ottoman Muslims and Christians once again, ending the short revolutionary idyll. The Second Constitutional Period (1908-1920) was tragically marked by international wars, including Tripoli War following Italian aggression (1911-1912), Balkan Wars in which Balkan countries united against the Ottoman Empire (1912-1913) and after defeating it turned on each other (1913), and the worst, the Great War (1914-1918) which sealed the fate of the Ottoman Empire once for all.

In this context, internal political developments were fast. To sum up, the Ottomans experienced free elections, and a Parliament gathered in which different ethnical and religious groups were amply represented. Soon, political parties were formed, in line with the divisions drawn up already in the exile, main forces being Liberal Party (or Liberal Union) and the Committee of Unity and Progress. At the same time, Islamist movements emerged unwilling to recognize the legitimacy of the new regime and claiming for the rule of sharia.²¹¹ In the framework of international attacks on the integrity of the territory on one hand, and internal questioning of the legitimacy of the government on the other, it was hard to consolidate democratic institutions and the constitutional Empire experienced military intervention and a growth of political violence. In 1913, the CUP opted for a coup d'état and a dictatorship was established, led by a triumvirate of CUP politicians. The new government, under the sign of young *diplomé* officers, actively pursued secularization (the immense property of religious foundations was since then to be controlled by the Ministry of Finance, the office of *şeyhülislam* was reduced in category and all courts were put under control of the Ministry of Justice) and modernization, including the integration of women to public life. They were future-oriented men of action who felt little nostalgia of good old times, and believed that the Ottoman Empire should participate in the civilization as a modern sovereign nation. At the same time, they profiled themselves as increasingly Muslim-Turkish nationalists, mistrustful of, and even hostile towards minorities, whose special status they saw as an obstacle to national unity. They aspired to a future national self-sufficiency in the civil service, to more balanced economic relations with European powers, and they also sought to promote among the Muslims occupations traditionally dominated by Christians and Jews. While Abdülhamidian repression consisted of silencing opposition by threat or corruption, creating a dim, stiffening environment of mental laziness, Young Turk repression was rather particular of modern regimes that derive legitimacy from acting on behalf of the nation and thus ask for active participation and

211 The Islamists cannot be easily classified as conservative: not only the emphasis on Islam penetrated several different ideological movements, but even the counterrevolutionaries of 1909 were contaminated by modern political theory and practice: to establish a rule of *sharia* would not be the same as to reestablish *Ancien Régime* with its personal authority and eclectic, often unspoken rules.

ideological community. Their rule was not only a period of major institutional and social change, but also that of politicization of the population.

Typically of revolutionary regimes, the Second Constitutional Period was characterized by major institutional change and remarkable administrative action in spite of the short time it actually lasted. Action of government was not to be a symbolical prolongation of the sultan's will anymore. The new legitimacy oscillated between the logic of *raison d'état*, especially in terms of action to ensure the survival of the state, and the principle of common good (rather than public will). In this context, the government was organized as a corporate body with collective responsibility, with the Grand Vizier (or Prime Minister) as the one to appoint ministers.²¹² The ministries were reorganized to save money and solve ongoing conflict of competences. Thus, Agriculture was united with Forests and Mines, and a joint Ministry of Commerce and Public Works created. In 1909, the staff of the ministry was reduced. The army became an autonomous institution and the office of commander-in-chief (*serasker*) was upheld as the effective commander of the troops. After a long process, provincial administration was reorganized in 1913, trying to combine constitutional principle of decentralization with the conviction that in sake of governability, the government must be centralized. As Göreli and Lewis maintain, this law meant an important convergence with European legal tradition, as it recognized “corporate legal persons into the legal and administrative structure of the country”.²¹³

With the new fundamentals of legitimacy, the question arose of the exclusivity or preference for Ottoman citizens in the civil service and in the projects launched by the state. For example, when Public Works were discussed, many deputies of the Parliament, that is, men elected to speak on behalf of the people, argued for Ottoman contractors to build roads, while the Minister of Trade and Public Works Bedros Halladjian defended that anyone who offered suitable technical capacity should be allowed to participate, supporting the argument with economic reasons.²¹⁴ The deputies planned to promote technical education in Turkey in order to achieve a major degree of self-sufficiency not only for ideological, but also for economic reasons: as Tekeli and İlkin found out analyzing the Parliamentary debates in 1910 on the budget of Ministry of Trade and Public Works, an argument was brought up that foreign technicians were expensive and those available were often of dubious expertise.²¹⁵ Unsurprisingly, the newly founded Association of Ottoman Engineers and Architects also defended preferential access for the Ottoman experts to posts and public

212Bernard Lewis, *The Emergence of Modern...*, 377.

213The governor had ample discretionary power to carry out public works. Bernard Lewis, *The Emergence of Modern...*, 391; İsmail Hakkı Göreli, *İl idaresi*, Ankara Üniversitesi Siyasi Bilgiler Fakültesi, Ankara, 1952.

214İlhan Tekeli and Selim İlkin, “1908 tarihli 'Umur-i Nafia Programı...”, 551 (the authors describe a following parliamentary debate: *MMOZ*: İ:116, 5 June 1326, vol.1, 368-373)

215*Ibidem*, 551 (footnote 27, *MMOZ*:İ:112, 31 May 1326, vol.1, 258)

contracts.²¹⁶ During the Second Constitutional Period, the employment of foreigners in the civil service was finally restricted by law, in favor of the graduates of Ottoman schools.²¹⁷ Nevertheless, the pro-active policies of Young Turk governments (and local administrations) in public works, as well as the intensification of transfer of knowledge tied to the second industrial revolution, actually brought in many new foreign experts. Many of them contributed to an unprecedented development of public transport and infrastructures in the Ottoman cities. Sometimes, as it was the case of German agronomists, mining and forest engineers who worked for the Ottoman Administration or for the Anatolian and Baghdad Railway Companies, foreign experts took initiative, carrying out works of amelioration and contributing to major transfer of knowledge (introducing new types of seeds and products, importing agricultural machinery and instructing farmers)²¹⁸

In the army, the situation was complex, too. Non-Muslims were finally integrated to the army, when the principle of equality of the subjects-citizens was extended towards obligatory military service. This step proved highly unwelcome among many non-Muslims who preferred to flee the country to avoid the conscription, but also among Muslim troops and officers who mistrusted Christian minorities.²¹⁹ Due to the Young Turk will of reform and reorganization of the armies in context of growing international unrest, the presence of foreign officers and experts became more prominent. As Shaw and Kural Shaw assert, Young Turk governments wanted to diversify the foreign presence in order not to depend on one power: German military advisors still prevailed in the land armies, and a new mission was sent led by Liman von Sanders, but a British mission led by A. Limpus was put in charge of inspection and reform of the Ottoman Navy, supervising an ambitious program of shipbuilding, too. The diversification was applied also in the choice of providers of military material: Germany, Great Britain and the United States of America being the most important ones. Nevertheless, Ottoman officers were not willing to give up their power and submit to -often arrogant- foreign officers, though they acknowledged their expertise. Therefore, foreign officers mainly operated as advisors, not as commanders, and only after the World War broke out, German officers took direct command of military operations.²²⁰

Progress was one of the basic principles declared by the Young Turks and they intended to act on it, continuing, redefining and expanding the activity in Public Works going on during Abdülhamid's rule. As soon as in December 1908, the minister of Trade and Public Works Gabriel

216Feza Günergun, "Osmanlı mühendis ve mimarları arasında ilk cemiyetleşme teşebbüsleri" in Cüneyd Okay, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Belgeleriyle*, TMMOB, Ankara, 2008, 54.

217Stanford J. Shaw and Ezel Kural Shaw, "The Young Turk Period, 1908-1918", in *History of the Ottoman Empire and Modern Turkey*, Vol. II, *Reform, Revolution, and Republic.....*, 287.

218Mustafa Gencer, *Jöntürk Modernizmi ve "Alman..."*, 296.

219Odile Moreau, *L'Empire ottoman à l'âge...*, 46-48.

220Stanford J. Shaw and Ezel Kural Shaw, "The Young Turk Period, 309; Ulrich Trumpener, *Germany and the Ottoman Empire, 1914-1918*, University of Princeton Press, Princeton, 1968, 373.

Noradounghian,²²¹ presented a balance to the grand vizier of existing infrastructures in the Ottoman Empire and a program of Public Works to improve and expand them. The project was to constitute a basis for future parliamentary debates. Analyzed in detail by İlhan Tekeli and Selim İlkin, whose argument I will summarize in the following paragraphs, this plan of action was based on previous research (part of it done by Ottoman engineers and officials of the Public Works administration) and included comparative data situating the Ottoman Empire in context of other countries.²²² It dealt with roads, railways, ports and hydraulic works (canals, irrigations and desiccations) and included a special section on the amelioration of Mesopotamia region elaborated by William Willcock (1852-1932), a British civil engineer known as the wizard of the Nile for his work on the irrigation in Egypt.²²³ The prominence of economic reasons given in the Program is highly symptomatic of the change in Ottoman political-economic thought: the infrastructures were to serve the development of Ottoman agriculture by giving the producers the opportunity to commercialize and export their products. The accumulation of wealth from the export of these products was later to be used to build local industry. As Tekeli and İlkin stress, the notion of public service is present in the Program, besides the strife for boosting the economy, as well as the desire to establish control over the whole territory.

The construction of roads, based on a project of hierarchically organized networks, was to be carried out by state and adapted for the use of automobiles (the budget of the Department of Roads and Bridges was to be tripled). As for the railroads (also understood as a network), several ways of building and operating them were examined: 1) construction either by the state or by temporary concessions with a convenient grade of government control 2) operation by companies for profitable routes, while the state (alone or together with a private company) should operate less profitable lines for military and sanitary reasons. Ports were to be modernized through concessions to companies, according to common practice (and one which was cheap for the Treasury). The Program also listed projects of hydraulic works, their aim being either to gain land for agricultural production or to open new routes of transport. The need to reform and expand a civilian engineering

221Gabriel Noradounghian (1852-1936) was an Ottoman Armenian bureaucrat and distinguished diplomat. After serving as Minister of Trade and Public Works, he also became Minister of Foreign Affairs in the Liberal cabinet (1912-1913). Nevertheless, he was obliged to resign after the Balkan Wars and probably felt there was no place for men like him in the Administration under the CUP triumvirate. Despite his services to the Ottoman Empire, the escalation of nationalist tensions and eventually the persecution of the Armenians during the Great War made him give up his loyalty to the Empire and establish himself in France and for that of Armenian people. In the exile, he became active in Armenian associations and defended Armenian nationalist premises in Lausanne Peace Conference. He is an author of a valuable source for historians of Ottoman international relations, see Gabriel Effendi Noradounghian, *Recueil d'Actes internationaux de l'Empire Ottoman*, F.Pichon, Paris, 1897-1903.

222İlhan Tekeli and Selim İlkin, "1908 tarihli 'Umur-i Nafia Programı....", 521-554.

223 Willcock's maps were used by British expeditionary forces during the World War I. This detail may remind us of the French engineers who worked in the Ottoman Empire in the last third of the 18th century and who later participated in the occupation of Egypt led by Napoleon Bonaparte.

education in the Ottoman Empire was emphasized. According to the Minister, if the Program were to be carried out, 3.000.000 lira needed to be added to the ordinary budget for Public Works.

As Tekeli and Ilkin assert, the governments of the Second Constitutional Period seriously attempted to apply the program. The Young Turk Minister of Finance Cavit Bey pursued a successful policy of loans and concessions, bringing in investment in favorable conditions. The number of kilometers of roads and railways increased substantially. Mines, which were not included in Noradounghian's Program, expanded their production, too. Nevertheless, wars shaped, or rather seriously mutilated, final results of the Young Turk policies in the area of public works: the Ministry of War pressed for lines of military importance, wars interrupted the construction of some works while stimulated other, international conflicts limited or blocked access to credit, whole territories were lost.

As it has been pointed out, the Minister of Public Works proposed a reorganization of engineering education, taking it out from military tutelage, and his proposal was debated in the Parliament. It was also a hot issue in the Civil Engineering School (*Hendese-i Mülkiye*) itself. The professors and the students generally welcomed the new regime with the hope that they would finally get independence from the oppressive discipline and the material neglect of the military tutelage. In 1909, the School of Civil Engineering, renamed as Superior School of Engineers (*Mühendis Mekteb-i Âlisi*), was finally freed from what the staff and the students perceived as stifling embrace of military authorities. Since then, it was attached only to the Ministry of Public Works, a civilian director was appointed and non-Muslims of Ottoman nationality were allowed to apply (a few non-Muslim students entered, as Armenian, Greek and Jewish names on the graduate lists indicate).²²⁴ The policy of sending students and graduates abroad -somewhat limited during the last years of Abdülhamid's regime- was launched with new energy.²²⁵ Under the new director, electrical engineer Mehmed Refik who had studied in Belgium, the education was updated and a certain democratic spirit was encouraged among the students.²²⁶ The school received new regulations in 1915. In a century-long tradition, there were remarkable men of science among its

224Lists of graduates in Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu*, 657-703, see 1917, 1918 and 1920.

225Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu*, 591. It is indeed probable that sending students of the engineering schools abroad was limited during the last years of Abdülhamid's absolutist regime, especially after the incident in 1892 when all Ottoman government scholarship-holders were called back after a demonstration against the regime. Nevertheless, a few students of the Civil Engineering School were indeed sent abroad, mainly to France, Germany and Belgium. In general, the number of Ottoman men and women studying abroad grew: it became an accessible and highly desirable option for many well-off families. Institutions of government often took initiative and send their young talented employees to study abroad, too. For the Young Turk Period, see Klaus Kreiser, "Étudiants ottomans en France et Suisse (1909-1912)", in Daniel Panzac, (ed.), *Histoire économique et sociale ...*, 843-854.

226On Mehmed Refik, see Meltem Akbaş, "Elektrik Mühendisi Mehmed Refik Fenmen: Osmanlı'dan Cumhuriyet'e yenilikçi bir aydın", *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, 9 (1-2, 2007-2008), 101-119. On his promotion of students' participation, Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu*, 216-218.

professors, including the mathematician Salih Zeki.²²⁷ However, with the proliferation of other educational institutions, the school and its staff acquired a more professional, specifically engineering profile. In 1911, a School of Foremen (*Kondoktör Mektebi*, from the French *conducteur de travaux*) was opened, inspired in a similar institution existing in France, to train technical personnel of middle rank, especially for the construction of roads. The title of *kondoktör* was also given to students of the engineering school who failed twice to pass to the following grade.²²⁸

The testimonies gathered by Karatekin and Uluçay, authors of a thorough, valuable history of the Civil Engineering School, confirm high level of political engagement among the students and some professors of the Civil Engineering School/Superior School of Engineers.²²⁹ When an unsuccessful Islamist uprising took place on 31st May 1909, students of the Military Academy, the Academy of Medicine and the Civil Engineering School/Superior School of Engineers feared to be massacred by the softas (*madrasah* students). The fact that they were given permission to leave the boarding school for their homes in the provinces confirms that their worries were not found unrealistic by the authorities nor it was a heroic fiction made up *a posteriori* in the memoirs of Kemalist engineers. Independently of actual intentions of the softas, this episode may serve as a testimony of public image of the Civil Engineering School that crystallized during Abdülhamid's regime. Although they were obliged to keep a low profile and could hardly express any political opinion except pledging loyalty to the sultan, they stood besides the students and the professors of the Military Academy and the School of Medicine as representatives of what for them was scientific knowledge and “progressive ideas” and for others blasphemy and apostasy. As for the engineering students themselves, they were not lacking desire to kill and die for their ideals and loyalties: when the Balkan War was about to break out, engineering students joined their colleagues from the University in their appeal to the government to declare war and many went volunteers to the battlefield (while others waited for being officially called in arms). Eventually, the Superior School of Engineers was closed down for a year, its building serving as military hospital.²³⁰

227Salih Zeki (1864-1921) was a distinguished Ottoman-Turkish mathematician. Of poor origin, he studied in the prestigious *Darüşşefaka* (or, School for Orphans) and then entered as a clerk at the Ministry of Posts and Telegraph. His talent attracted the attention of director of the Technical Department, French engineer Émile Lacoine, who gave Salih private telegraph and mathematics lessons. Later, Salih Efendi studied engineering in Paris (1883-1887) and after he came back, he was appointed as electrical engineer in the same ministry. In the following years, he held different posts in Administration and taught mathematics and physics in several establishments, including the Civil Engineering School and the School for Orphans. For several years, he was married to Halide Edip, a famous writer and ideologue of Turkish nationalism. Celâl Saraç, *Salih Zeki Bey. Hayatı ve Eserleri*, Kızılelma, İstanbul, 2001, 15-18.

228Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu*, 176.

²²⁹ *Ibidem*, 171.

²³⁰ *Ibidem*, 184-185.

Engineers of all nationalities and religions working in the Ottoman Empire made an immediate use of the freedom of press and association declared after the Young Turk Revolution.²³¹ In 1908, Society of Ottoman Engineers and Architects (*Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti*) was founded by a group of engineers and architects that included professors of the Civil Engineering School (Mehmed Hulûsî, Kemalettin, Mehmed Refik) and of the University (Agop Boyadjian). Soon, professional journals proliferated, too, both in Turkish (Journal of the Society of Ottoman Engineers and Architects - *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, Young Engineer - *Genç Mühendis*) and French (*Génie civil ottoman*, *Revue technique d'Orient*). While professional journals and associations will be further analyzed in the chapters *Identities and Discourse* and *Work of Engineers*, at this point it is relevant to remark that the Journal of the Society of Ottoman Engineers and Architects clearly condemned Abdülhamid's autocracy and declared support to the constitutional regime.²³² From this position, the associations of engineers and architects and their journals attempted to influence government policies in matters of public works. In fact, they achieved the goal to establish themselves as the voice of expertise very fast: the Society of Ottoman Engineers and Architects was consulted by the Ministry of Public Works in relation to the appointment of the first civil director of the Civil Engineering School/Superior School of Engineers. This rapid acknowledgement has to be understood in the light of the fact that many members of the Society were high-ranking bureaucrats of the Ministry or engineers-in-chief of the provinces.²³³

The Society of Ottoman Engineers and Architects was established as an association of Ottoman citizens. Membership was open to engineers and architects of Ottoman nationality of all creeds. Ottoman non-Muslims, mainly Armenians, were heavily represented among the founding members. Besides technical and scientific topics, the journal of the association also brought up the question of preference of national experts, or at least of better opportunities for Ottoman engineers, as well as issues related to Turkish as language of science and technology.²³⁴ A few years later, when the Society of Ottoman Engineers and Architects appears to have entered in hiatus, another association was founded to integrate also the foreigners working in the Ottoman Empire: the *Association des Architectes et Ingénieurs en Turquie* (1913). Its statutes were published in the French-language journal *Génie civil ottoman*.²³⁵ According to the journal, “Ottomans, Allemands,

231 On legislation on the association during the Young Turk Period, see Cüneyd Okay, *Osmanlı Mühendis ve Mimar...*, 36-39.

232 “Kısm-ı idari”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 1 (1909), 3.

233 “Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Aza-yı Asliyyesi listesi”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, (1, 1909), 8. As for the intervention in the appointment, see, Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu*, 210.

234 As for articles dealing with national preference, see the selection and analysis by Feza Günergun, “Osmanlı mühendis ve mimarları...”, 55-56. For the question of terminology, see Mehmed Refik, “Ulûm ve fûnûn’da rûmuzat”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, (1, 1909), 13-16. (and a following debate)

235 The journal, owned and published by Alexandre A. Raymond, seem to be the basis around which the association developed, as the names of its redaction members coincide in great part with the names of the founding members of

Français, Autrichiens, Italiens, Suisses, Egyptien et Anglais fraternisent sous la présidence de M. Joseph Aznavour, architecte.” The council of the Association was to be composed to reflect the international character of the membership: ten of its members were to be Ottomans (two Armenians, two Greeks, two Jews, two Turks and two of all other Ottoman elements) and seven were to be foreigners of different nationality. The principal difference between the two major associations was in their national vs. international character.²³⁶ Such division did not correspond clearly to that of public employees versus liberal professionals. Though government officials indeed prevailed among members of the Ottoman engineers' and architects' association, liberal professionals, mainly among the architects, were not missing. On the other hand, among the Ottoman and foreign members of the international association, many served in the provincial and municipal administration, though the proportion of liberal professionals or employees of foreign companies was indeed higher. From this analysis, the national association appears as more Turkish and personally linked mainly to institutions of the central government (and to the municipal government of Istanbul), while in the international one non-Muslims and persons linked to the provincial and the municipal administration, as well as liberal professionals prevail. Significantly enough, internal rules of the international association prohibited discussing politics and religion, in order to maintain the spirit of companionship and the environment of professional debate in the pre-bellum atmosphere of growing confrontation of 1913-1914.²³⁷

The trend of association found its way to the school of civil engineers, though some measures of ideological control were maintained.²³⁸ An Association of Students of the School of Engineers was constituted to represent the students, defend their interests and negotiate with the authorities.²³⁹ This and other exercises of participation and self-government, including publishing activities and organization of social events by the students, were encouraged by the school's director Mehmed Refik. However, the newly gained self-confidence and entitlement was not always welcomed by the authorities at the Ministry. When students protested against several deficiencies in

the Association. Moreover, Raymond was the association's *secrétaire-adjoint-archiviste*. Compare: Comité de rédaction in *Génie civil ottoman*, 2 (3/13, 1911) and “Association des Architectes et Ingénieurs en Turquie. Statuts”, *Génie civil ottoman*, 4 (3, 1914), 45-48.

236Feza Günergun maintains that this association could be a response to (against) the Turkish-Muslim engineers, a tool to protect the interests of both foreign and Ottoman non-Muslim engineers and architects against the demands on exclusivity of the graduates of the Ottoman schools. It is true that after the CUP coup d'état it became more difficult for non-Muslims to access high posts and that the Turks were not only in fact, but also in principle heavily underrepresented in the council of this international *Association*. On the other hand, the Journal of Society of Ottoman Engineers and Architects that had promoted Ottoman (not Turkish-Muslim) exclusivity, ceased to be published and the national association appears to be inactive in those years. Taking this to consideration, we may hypothesize about a certain “defensive” character of the international *Association* without necessarily interpreting such defense as its unique or principal objective.

237Art.26: “Les discussions politiques et religieuses sont formellement interdites dans les réunions de l'association.” See “Association des Architectes et Ingénieurs en Turquie. Statuts”, *Génie civil ottoman*, 4 (3, 1914), 45-48.

238A testimony about a continued control of readings in Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu*, 175.

the functioning of the institution, they were expelled from school. The Association that officially complained was closed down. Nevertheless, students' resistance combined with the conciliatory maneuvers of the teachers finally made the ministry officials back out and re-admit the expelled students.

The school's director Mehmed Refik is noteworthy not only for his support to students' initiative, but also as a promoter of engineering as a liberal profession. As Meltem Akbaş pointed out, he actually encouraged students to go through the experience of working in private sector. Nonetheless, the authorities, desperate for local engineers to be employed at public works, did not appreciate Mehmed Refik's pioneering visions of engineering or his defense of protesting students. Eventually he was dismissed, which he actually took as an opportunity to put his ideals into practice and, as Akbaş convincingly suggests, established himself as engineer-liberal professional in electrification and telephone business, working together with a Spanish engineer Antonio Sarrea (or Sarrià).²⁴⁰ As other uncomfortable, but necessary non-conformists, Mehmed Refik was soon appointed to another official post, that of physics teacher at the University, and ended up founding the Superior School of Mining Engineers in the coal basin of Zonguldak (in Northern Anatolia) during the first years of Turkish Republic. He is a significant figure, as he is both representative and exceptional, as was this transitional period of engineering, in between the “Sublime State” of the Ottoman sultans and the Nation-State of Turkey.

The entry of the Ottoman Empire to the Great War severely altered the routine of engineers, as it did, in fact, of an unprecedentedly huge part of the Ottoman population.²⁴¹ Students of engineering were mobilized, civil engineers in active service were redirected to military tasks. The conflict was to end up with a traumatic demise of the multiethnic, multi-religious Empire this chapter has dealt with, setting the protagonists of this work, the Ottoman engineers, to a radically different context which deserves a specific research.

239 *Ibidem*, 182.

240 Meltem Akbaş, “Elektrik Mühendisi Mehmed Refik...”

241 It was by no means clear that the Ottoman Empire would join the war in alliance with Germany and Austria. Besides pro-German politicians as Enver Pasha, there were also important supporters of alliance with Britain and France. The CUP even approached the Entente, but their offer of alliance was refused. Many Ottoman politicians would have preferred not to join the conflict at all. Finally, a complex interplay of different factors (Russia as member of the Entente, British interest in Iraq and Arabian peninsula, etc.) pushed the CUP towards the coalition with the Central Powers. Stanford J. Shaw and Ezel Kural Shaw, “The Young Turk Period...”, 310-311.

Part II. Engineers in the Ottoman Empire

Chapter 6 – Education of Engineers

The following chapter on the Education of Engineers is an analysis of the characteristics of engineering education in the Ottoman Empire throughout the given period. In the section called *Military Training, Scientific Education*, I outline and examine the development of engineering education. The question of a complex search for definition of the new schools is addressed in relation to the transformations of the Ottoman state. What functions were demanded from the men linked to these schools? Why did the civil engineering education institutionalize as late as in the 1880s, while the Ottoman authorities employed civilian engineers at least since the mid-nineteenth century? Why it remained militarized until after the Young Turk Revolution?

In the section *Education: models, contents, men*, I take a close look on the institutions that systematically introduced technical and scientific knowledge of European origin. How do their links with different traditional institutions combine with the imported character of the knowledge they were supposed to transmit? What do changing patterns of their organization reveal about the configuration of modern engineering in the Ottoman Empire? In what ways foreign institutions served a models for the Ottoman schools and how were these models appropriated and integrated to the existing institutional framework? Despite the limits imposed by the current state of research, the subchapter also addresses the questions related to the students and the staff of these establishments, including the problems of recruitment and the issue of education as a way of creating a desired profile of man, officer, expert, civil servant. The role of the schools in the production and reproduction of elites is analyzed, too.

The last section *Other Paths to Expertise* points to the multiple ways the men recognized as engineers in the Ottoman Empire acquired expertise, including training through practice and education abroad. Moreover, it introduces engineering education as subject of public debate and political intervention in the beginning of the twentieth century. This analysis provides clues on the sources of professional legitimacy of the engineers who worked in the Ottoman Empire, and their shifting importance throughout the time.

1. Military Training, Scientific Knowledge

The configuration of modern engineering in the Ottoman Empire during the eighteenth and early nineteenth century has two major characteristics: the relation with the armed forces (the Navy and the land armies) and the emphasis on mathematics in general and on geometry in particular. The first modern Ottoman institutions that provided formal instruction in science and technology were created to improve the artillery and the Navy, introducing a period of systematic training for the troops (in case of the land armies) and creating a center for long-term education in geometry and other sciences for a selected group of men who were 1) to teach there and also 2) be employed at diverse tasks at the service of the sultan. The Ottoman ruling elites viewed military training combined with scientific education as a means of fast improvement of the performance of Ottoman armed forces, together with the implantation in the Empire of production of new kinds of weapons and war-material.

The period between the 1770s and late 1820s appears as the time of crystallization of military-technoscientific education in the Ottoman Empire. A series of attempts culminated in the consolidation of two centers. One was linked to the Imperial Shipyard and thus to the Ottoman Navy. The other was related to the land armies, but came to provide training for imperial architects, too. These establishments can be defined as schools, but they were not only that. To better understand their character, we shall pay attention to the evolution of the way they were called, as well as to the everyday practice. Thus we may identify a specific model: that of a *hendesehane/mühendishane*, that is, a house of geometry/geometers which came to be also -but not only- school of engineers. What started as a mere chamber provided for the men to gather to receive lectures in theory from a teacher or an invited foreign expert, in order to apply them in the military practice, institutionalized by the end of the eighteenth century into establishments that combined the features of a school with those of a household-like space that brought together a specific group of men. These were the *mühendis*, geometers-engineers, whose duty was to provide short-term training to the military men while continuing to deepen their own technical and scientific knowledge. Furthermore, these men were sent to carry out particular technical tasks (related to the warfare or not) at the service of the sultan. Selected students (called *mülazım*) were part of this specific group: they were taught more theory and they helped with the teaching, in order to prepare for becoming teachers themselves. These students were also sent to work in the provinces, together with their teachers. Knowledge-transmission within this

group was highly personalized. These household-like and seminar-like features derived from local traditions, but they make the *mühendishanes* actually quite similar to the *Ponts et Chaussées* in the first years of its existence, as it has been described by Antoine Picon.¹

The character of these eighteenth- and early nineteenth-century centers represents a particularly interesting case of hybridization: on one hand, they derived from the identification by both Ottoman authorities and foreign experts of technoscientific knowledge as one of the major reasons of recent Christian-European military superiority. This diagnosis is disputed by experts on military history and should not be taken for granted; for the purposes of this work, nevertheless, it is highly significant that the introduction of such knowledge into military training was understood as a way of bridging the gap in military performance between the Ottoman and the European armies. Nevertheless, the introduction of formal scientific education to military training and warfare-related activities like shipbuilding paradoxically led to the integration into the structures of military education of scholars from the traditional religious establishment (*ulemá*), renowned for their proficiency in mathematics.² The newly-created institutions were a mixture of Ottoman administrative-military traditions and *madrasah* ways of proceeding, blended with the innovations in contents and in conduct imported by foreign experts. They produced men of an original profile, in which the theoretical knowledge of a classical scholar combined with the status of a performance-oriented sultan's servant, without omitting a feature that would acquire an increasing importance: that of a bearer of modern "European" knowledge -including language skills- which was to become a gateway to a fast career in the Ottoman bureaucracy in the first two thirds of the nineteenth century.

During the period between late 1820s and early 1900s, techno-military

¹ Antoine Picon, *L'invention de l'ingénieur moderne. L'École de Ponts et Chaussées 1747-1851*, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 1992.

² Among these *ulemá*, there were Gelenbevî Ismail Efendi or Mütfüzâde Palabıyık Mehmed Efendi. In the education of the *ulemá*, personal relation with the teacher (*hoca*) was of a key importance. The biographies often mention the names of teachers one studied with, rather than the institution in which these teachers taught at (most often a *madrasah*). This should be taken to consideration when we discuss the *madrasah* practices or *madrasah* ways of transmission of knowledge. For bibliographic data of the teachers during this early period, see Kemal Beydilli, *Türk Bilim ve Matbaacılık Tarihinde Mühendishane*, Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*; Ekmeleddin İhsanoğlu, *Başhoca İshak Efendi*. For a specific study on the role of the *ulemá* in the production and transmission of science in the beginning of the 19th century, see Ekmeleddin İhsanoğlu, "19. Asrın Başlarında -Tanzimat Öncesi- Kültür ve Eğitim Hayatı ve Beşiktaş Cemiyet-i İlmiyesi Olarak Bilinen Ulema Grubunun Buradaki Yeri", in Ekmeleddin İhsanoğlu (ed.), *Osmanlı İlmi ve Meslekî Cemiyetleri*, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Basımevi, İstanbul, 1987, 43-74.

education experienced a long period of experimentation and a search for new definition. In my opinion, the underlying issue was the redefinition of the goal of the institutions. In the heyday of the schools' activity (the late 1790s and the first decade of the nineteenth century), the two schools, one linked to the Imperial Shipyard and the other to the land armies, had 1) produced learned officers for the Navy and for corps of bombardiers and that of sappers, 2) provided training to the shipbuilders and to imperial architects, and 3) reproduced a small group of men specialized in geometry and employed in technical tasks that could, indeed, be defined as engineering practice at the service of the sultan. Nevertheless, the link with the armies was often blurred and intermittent, and the schools were inefficient in supplying the troops with learned officers. By 1830s, military reforms brought up the question of modern training and education for the officers who were to command the newly created military units. Both the Ottoman authorities and the foreign experts that provided them advice were aware of and appreciated the contribution of European military academies to the creation and reproduction of a body of officers of elite profile who combined capacity of command with a broad education.³ A clearer difference was emerging between officers with modern formal education which included sciences, but whose main mission consisted of command, and specialized officers who were to be in charge of techno-military tasks.

Vis à vis these developments, the two military schools that had provided training and scientific education since the end of the eighteenth century followed diverging paths. The Naval *Mühendishane* that had been organized into a section for the officers-navigators and a section for the shipbuilders during the reign of Selim III, transformed into a Naval Academy in 1827. While the instruction of officers for the Ottoman Navy became since then the main goal of the institution, systematic education in naval engineering was included into the curriculum of the Academy, too. After having received a common technoscientific education, the students were divided into sections. Besides the section specialized in education and training of officers, there existed a section for shipbuilders and a third one was added later for technicians to be employed in the factories of the Imperial Shipyard and in operating the steam technology (the graduates from this third section were called *mechanical engineers* since 1874). The technical sections offered career options that apparently enjoyed lower

3 The figure of an instructed commander was not a novelty. Many of the men that led Ottoman troops before the period of reforms received formal education in the Palace School. The profile of these men was broader than that of an army officer; they also acted as administrators, some of them standing out as distinguished statesmen.

prestige than that of a naval officer. In general, the Naval Academy preserved (or recovered) certain polyvalent features of its early years, maintaining specialized branches under the roof of a single institution. As a whole, the Naval Academy remained less prestigious than the Military Academy, despite the insistence of its reformers to change this.⁴ Nevertheless, it maintained its broad character and survived throughout the period as an independent establishment.

While the Naval Academy displayed, on the long run, a great degree of continuity with the Naval *Mühendishane*, the trajectory of the Land *Mühendishane* – Military School of Engineers (*Mühendishane-i Berri-i Hümayûn*) was marked with ruptures.⁵ Its complex evolution in the following five decades serves as a testimony of the above-mentioned quest for a new definition. As Kemal Beydilli maintains, the Military School of Engineers experienced a revival with the reforms of Mahmud II.⁶ Its graduates and students were incorporated into the new-style troops founded by the sultan, and they were also prominently represented in the first student missions to Europe.⁷ However, when the Military Academy (*Harbiye*) was founded, the Military School of Engineers ceased to be the main source of learned officers for the land armies. First, the foundation of the Military Academy had a positive impact on the Land *Mühendishane* in the sense of career opportunities: several graduates of this school became teachers at the *Harbiye*. Emin Pasha, a remarkable mathematician who graduated from the Land *Mühendishane* and from the University of Cambridge, even served as director-supervisor of the Military Academy, contributing greatly to shape its organization. However, the foundation of the *Harbiye* had, in my opinion, a negative impact in medium and long run on the prestige of the Military School of Engineers and of the career of military engineer. While the *Harbiye* became the most prominent and highly regarded institution of education run by the Ottoman state (together with the *Tıbbiye*, the Medical Academy) and provided instruction in sciences for its students, the

4 The *Layihâ* of Patrona Mustafa Pasha, 27 of April 1848, a full transcription provided in Ali İhsan Gencer, *Bahriye'de Yapılan Islahat...*, 277-281; *Deniz Harp Okulu Tarihçesi*, (edition prepared by Kenan Sayacı), İstanbul Deniz Müzesi Müdürlüğü, İstanbul, undated, 234-246. For an outline of the historical evolution of the sections, see Meltem Akbaş, *Osmanlı Türkiyesi'nde Modern...*, 59-60, esp. footnote 42. As for the prestige of the school and of its different sections, some useful information is offered in M.Starcke, *Rapport sur l'Ecole de la Marine Impériale de Halki (avec trois annexes)*, Constantinople, BOA, Y.PRK-ASK, 25/34, 9th of February 1885..

5 For the debate linked to the question of a suitable translation of the name of the school in different periods, see the following chapter on *Identities and Discourse*.

6 Kemal Beydilli, *Türk Bilim v Matbaacılık Tarihinde Mühendishane*, 92.

7 Feza Günergun, "Trained in Europe to serve the State..."

Military School of Engineers fell into a relative obscurity.⁸ I suggest that among the reasons of the shift stands out the very specialization of the latter. Prior to the creation of the Military Academy, the Land *Mühendishane* - Military School of Engineers had derived great part of its prestige from 1) training officers and 2) from technical and scientific knowledge that integrated European innovations, possessed by its staff. The Military Academy produced graduates that combined both characteristics. Moreover, the graduates of its superior class, that of staff officers (*erkan-i harb*), were explicitly destined to the highest posts of command. We could even speculate, supported by certain hints from sources, that the connection with manual work of the engineers made it comparatively more difficult for them to establish and maintain elite status.⁹ When the higher, specialized grades of the Military School of Engineers were moved to the *Harbiye* in 1872, this actually represented a boost for the prestige of the careers of artillery and fortification officer. This was due to the fact that the candidates to enter the special program for staff officers (*erkan-i harb*) at the Military Academy would be chosen not only from among the students of infantry and cavalry branches of the Military Academy, but also from among artillerymen and fortification officers, that is from graduates of the two specialized branches brought in from the Military School of Engineers.¹⁰ Staff officers represented the *crème de la crème* of the Ottoman army, and engineering graduates were allowed to join this prestigious group of increasing socio-political influence. A new change took place in the beginning of Abdülhamid II's absolute rule. It was decided that the practice to recruit candidates for the elite class of staff officers from among the students of artillery and fortification branches would continue even after the Military School of Engineers was re-established in a location

8 In late 1840s, the students had to attend lectures in modern sciences like physics at the Military Academy, as there were neither teachers of physics and chemistry nor instruments available in the of the Military School of Engineers. In Spain, the students of several engineering schools attended lectures in science at other institutions, too. Nevertheless, it is remarkable that there were teachers of these disciplines available in the newly founded Military Academy, but not in the specialized Military School of Engineers, which existed for more than half century. Regulations of the Military School of Engineers from 1848, in Mehmed Esad, *Mîrât-i Mühendishane...*, 79-80.

9 Engineers employed in the road building were held in little esteem by the population, being nicknamed as *kaldırım kargaları*, or *pavement crows*. Memories of Zühtü Bey who graduated from the Civil Engineering School in 1888 were gathered by Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*, 561. For some hints on a similar attitude among the Ottoman Greek elite, especially regarding the work for private companies, see Maria Georgiadou, "Expert knowledge between tradition..."

10 These two branches developed from the two sections established by the Regulations of 1848, that of artillerymen and that of architects. In my opinion, this division derived from the way students were recruited for the Land *Mühendishane* – Military School of Engineers in times of Selim III, when men were enrolled from the respective Corps of Bombardiers and Sappers on one hand, and from the Corps of Sultan's Architects on the other.

separate from the Military Academy.¹¹ The Military School of Engineers thus served as an institution that produced officers specialized in fortification and artillery, as well as a preparatory school for the prestigious staff officers program of the Military Academy. While a reform promoted by foreign officers in the Ottoman service in 1888 intended to create a superior program on its own for the artillery and fortification officers in the framework of the Military School of Engineers, the fact that in 1900 this school was in fact transformed into a School of Artillery integrated into the Military Academy, points to the failure of this project.¹²

In the last third of the nineteenth century, there were attempts to create civil institutions of engineering education. After the Crimean War (1854-1856), the central government became more and more aware of the possibilities infrastructures (roads, railroads) offered as tools of control of the vast territory of the Empire. Furthermore, new ideas about the functions of the government circulated, helping to redefine and expand traditional care of the ruling elites for the embellishment of the urban space towards a notion of amelioration and progress through public works.¹³ First, the need of the Administration for skilled men to pursue these policies of territorial control and transformation was satisfied in two ways: 1) by concessions to foreign companies and 2) by employing foreign engineers both for supervision and to carry out technical tasks directly, at the service of the state. Such solution was considered faster, cheaper and more efficient in terms of the transfer of the newest technological developments.

When the discourse of administrative intervention and amelioration was institutionalized in the late 1860s in the Ministry of Public Works, this solution began to be regarded as precarious and problematic. The staff to be employed on long-term basis

11 The development of the Land *Mühendishane* – Military School of Engineers is treated in detail in several published and unpublished works. For the early period (until 1808), see Mustafa Kaçar, Kemal Beydilli, *Türk Bilim v Matbaacılık Tarihinde Mühendishane*, Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*; for the 19th century, see Mehmed Esad, *Mirât-i Mühendishane...*; Meltem Akbaş, *Osmanlı Türkiyesi'nde Modern...*, 9-43. For the Military Academy, see Mehmed Esad, *Mirât-i Mekteb-i Harbiye*, Şirket-i Mürettibiye Matbaası, İstanbul, 1892/3; Alaattin Avcı, *Türkiye'de yüksek askerî okullar tarihçesi*, Genelkurmay Basımevi, Ankara, 1963; For an innovative research based on primary sources, Hayrullah Gök, *Arşiv Belgelerinin Işığında Kara Harp Okulu Tarihi*, Hacettepe Üniversitesi Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi Enstitüsü, Ankara, 2005.

12 This issue is discussed in Meltem Akbaş, *Osmanlı Türkiyesi'nde Modern...*, 21-24. See also Mehmed Esad, *Mirât-i Mühendishane...*, 105-120. The fact that the Military School of Engineers practically ceased to exist by the end of the nineteenth century, transforming into a military School of Artillerymen on one hand and the Civil Engineering School under a military direction on the other, is supported for example by the words from the memories of the engineer Mustafa Şevki. He claimed that he had “joined the Civil School of Engineers attached to the military School of Artillerymen found in Sütluçe” in late 1880s and had graduated from it in 1897. Mustafa Şevki Atayman, *Bir İnşaat Mühendisinin Anıları*, 10.

13 Stéphane Yerasimos, “Occidentalisation de l'espace...”

in the developing civil administration of public works could hardly be recruited only from among the foreigners and the few Ottoman experts, mainly non-Muslim, practitioners or educated abroad. Foreign experts continued to work in the Ottoman Administration, but it was both expensive and inconvenient, if not directly impossible to have the whole administration of public works staffed with European foreigners. Therefore, the first substantial initiative to found a civil school of engineering first appeared in relation to the creation of the Ministry of Public Works. After several failed attempts to create institutions of technical education, a branch of Roads and Bridges was finally opened at the most prestigious civil school of the moment, the Galatasaray Lyceum (or *Mekteb-i Sultânî*) in mid 1870s. Its goal was to provide civil servants for the Ministry of Public Works and for the recently established municipal administration. Nevertheless, the degree in Civil Engineering (Roads and Bridges) was soon abolished at the Galatasaray Lyceum and a Civil Engineering School (*Hendese-i Mülkiye Mektebi*) was established in 1883 as a militarized institution under joint control of the field marshal of the Imperial Arsenal of Ordnance and Artillery and the Ministry of Public Works. In a similar way as it had been foreseen for the graduates of the Roads and Bridges degree, engineers educated in this new militarized civil engineering school were to be employed in the civil administration, in particular in the Ministry of Public Works. In this point, it is worth dwelling on the fact that a militarization took place in spite of the clear link between the institutionalization of civil(ian) engineering education and the expansion of civil administration of public works. In my opinion, militarization of science in the eighteenth and early nineteenth century was more due to the very aims of the technoscientific transfer -that it, the improvement of military performance of the Ottoman armed forces- that to an effort to control and neutralize any subversive potential of modern technoscientific knowledge. When the notion of administrative intervention by means of creating infrastructures was getting hold during the decades of Tanzimat, the authorities relied heavily on foreign experts and on Ottoman non-Muslim technicians who had gained expertise through practice or studying abroad. Nevertheless, with the institutionalization of a civil administration of public works, a civil education for Ottoman subjects appeared as a necessary step. Why did it suddenly become so problematic for Abdülhamid's regime? Why militarization of the civil engineering education was seen as a solution, not a militarization of the Public Works administration? In their classical monograph on the Civil Engineering School, Kartekin and Uluçay convincingly argue that the new emphasis on the Muslim element as the

constitutive basis of the Ottoman Empire moved Abdülhamid to try to control and, if possible, limit the number of non-Muslims in the institutions of civil administration without openly banning them from it.¹⁴ With a few exceptions, military institutions generally recruited only Muslims, and military status was both esteemed and considered as an essentially Muslim domain by the nineteenth century Ottoman Muslim elites themselves. Thus, militarization of a school which was to provide employees for the Public Works administration might indeed be an efficient way of increasing the number of Muslims in this branch of government and counterbalancing the traditionally strong presence of non-Muslims, especially Armenians in the field of construction. This goal would not be achieved through a degree in the framework of the Galatasaray Lyceum, an institution of civilian character where Ottoman Muslims and non-Muslims studied together. Furthermore, the hypothesis may be supported by the actual experience with the functioning of this degree at the Galatasaray Lyceum: the majority of the professors were foreigners and at least one of the two only graduates we have information about seems to be an Ottoman Armenian.¹⁵

While sharing the above-mentioned hypothesis of Kartekin and Uluçay, I would add another possible reason for the militarization. The school was militarized not only *de iure*, but the militarization was also reflected in the regulations that shaped the daily practice. As witnesses confirm, these regulations were carried out, students and staff being obliged to obey military authorities and to follow military discipline.¹⁶ Taking these to consideration, military supervision of the school, an act of militarization of technoscientific education, can also be interpreted as an attempt to establish a closer control over the formation of the Muslim bureaucratic elite and to ensure their loyalty. It guaranteed not only strengthening the Muslim character of Public Works administration, but also it limited the contact between Ottoman Muslims and non-Muslims in the phase of education, at the same time when a strong solidarity among peers might develop. Moreover, military discipline, as well as the fact that the school was run as a boarding school, also restricted the contact of the students with their families, and limited their exposure to the cosmopolitan atmosphere of the Ottoman capital, too. By the last third of the nineteenth century, Ottoman Muslim elites were

14 Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*, 131-134.

15 Karakoç and “Hindabian”, the two students who graduated in 1880, were appointed engineers to the province of Sivas. Mahmud Cevat İbnü’s Şeyh Nâfi, *Maârif-i Umûmiye Nezâreti...*, 185.

16 As for the regulations of 1884, see the transcription in Mehmed Esad, Mehmed Esad, *Mîrât-i Mühendishane...*, 125-133, the testimonies gathered by Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*: Osman Tevfik Taylan 581-582; Hulki Erem 589-590 etc.

becoming less dependent on the state as for new-style formal education. They took initiative and became ready to enroll their children to the schools run by foreign, non-Muslim institutions and/or send their family-members to study abroad. Studying in Europe or in elite public and private schools in the Ottoman Empire (some of them established and run by European and American missionaries and religious orders), including the state-run Galatasaray Lyceum, the sons of prominent Muslim families were exposed to different worldviews, philosophical concepts, political ideas, as well as ways of life. Abroad, they could even join in the activities of the organized opposition to Abdülhamid's regime. While the Ottoman Muslim families depended to a great degree on the Administration for employment that provided and reproduced their elite status, the relation of dependence was actually mutual, as the Administration was in need of qualified people, especially Muslims. Taking to consideration the personalist patterns of Abdülhamid's government, the emphasis on personal loyalty to the ruler, as well as the preoccupation with limiting political opposition; we may understand how important it was for his regime to control the formation of future government officials. Submitting the future employees of the Public Works Administration to military discipline might have seemed as an efficient way of controlling dissidence and creating loyalty. If this was a strategy, what was its outcome? Paradoxically, a civil school under military administration actually contributed to the languishing of the Military School of Engineers in the shadow of the new institution that enjoyed military prestige, but offered to its graduates an employment in the civil administration that provided them more independence. Furthermore, we may ask ourselves whether the Ottoman Muslim character of the school did not actually contribute to boost the Ottoman Muslim nationalism among the students, that served as a fuel for the most prominent secret organizations and parties that led the Young Turk Revolution.

It is not a coincidence that soon after the reestablishment of the Constitution, a successful attempt took place to organize a fully civilian school of engineering. The consolidation of a civilian institution of engineering education has to be interpreted in a broader framework of the deepening separation between the military and the civil, and the expansion of the notion of *public* as related to the *fatherland* (and its survival) as a pillar of the regime's legitimacy. Material and moral progress was one of the concepts of reference of the new regime; technology and sciences in general, and public works as their embodiment in particular, were considered as a way of achieving it. Furthermore, inner forces were in action, too. The students of the Civil Engineering

School felt encouraged by the general atmosphere of liberty and demanded the abolition of military supervision which they interpreted as related to the oppressive absolutist government.¹⁷ On a broader level, constitutionally guaranteed liberties (speech, press, association) enabled the Ottoman engineers to articulate their socio-professional interests, including the claim of a (future) national exclusivity which required a continuous state support for the Ottoman institutions of education. In 1909, the Civil Engineering School was taken out of the military supervision and established as Superior School of Engineers (*Mühendis Mektebi-i Âlisi*). Its main goal remained the formation of civil servants and the students were actually discouraged from working in the private sector. Inner organization and discipline of this institution was quasi-military, as it was characteristic for those schools of superior engineering education in many European countries including France and Spain, which were aimed to produce (mainly) civil servants.

With the expansion of the administrative intervention during the second half of the nineteenth century, new institutions of civilian character were opened to provide specialized technicians who would modernize agriculture, forestry and mining, too. Early days of these institutions were complex, as no consensus existed about the contents and aims of the education. Nor were there clear career options for the graduates. These establishments finally consolidated during the first third of the twentieth century. In the period explored in this work, these schools did not produce engineers, and therefore they are not analyzed in detail. Nevertheless, they are worth mentioning for several reasons: 1) in spite of the fact that several visions of specialized education competed, some of the founders of these establishments envisaged a school providing superior education since the very beginning; there existed the idea of connecting science and practice in the curricula, the project of producing men of technoscientific profile and elite status. Several of these institutions consolidated as superior schools during the last years of the nineteenth and early years of the twentieth century. 2) Foreigners and Ottomans who had acquired specialized education in Europe and who worked in the three above-mentioned fields of action in the Ottoman Empire were recognized as engineers (*mühendis*) in the documents produced by the Ottoman authorities during the second half of the nineteenth and the beginning of the twentieth century. Furthermore, Ottoman military engineers were put in charge of mines. 3) after

¹⁷ This relation is established in the following testimonies gathered by Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...: Osman Tefik Taylan* 581-582; *Hulki Erem* 589-590.

the creation of the Republic of Turkey, the graduates of these schools or of institutions that built on their heritage, began to bear the title of engineer (literally: agricultural engineer, mining engineer and forest engineer).¹⁸

2. Education: models, contents, men

The engineering schools were hybrid institutions that combined local patterns of organization with imported models, while producing original *ad hoc* solutions, too. In the long run perspective, these centers underwent institutionalization and standardization during the long nineteenth century. It was not a gradual process, but rather took place in particular key periods: the turn of the nineteenth century, in mid-nineteenth century, in the period between late 1860s and early 1880s and after the Young Turk Revolution (mainly 1908-1915). The approximation to the patterns and practices of different European centers of education is evident. While evaluating it, we

18 1) The authorities -unsuccessfully- planned to recruit students for the School of Forestry among the students of the Military Academy and School of Military Engineering who spoke good French. The regulations of 1871 foresaw education in mathematics, physics and chemistry besides more specialized subjects. In a similar way, the authorities recruited 20 students for the School of Agriculture from among the students of the prestigious Academy of Medicine. Nevertheless, the consolidation of the schools of agriculture and forestry as establishments of superior education was unsuccessful during the Tanzimat and was achieved only in the later decades of the rule of Abdülhamid II. By the World War I, the Ottoman Empire counted on establishments of superior education in these two fields. 2) As for the recognition as engineers of experts in mining and forestry, see for example: *BOA*, İ.DH., file 628, sheet 43672, 25th of February 1871 (The extension of the contract of the engineer Justin at the service of the Administration of Mines); *BOA*, TŞRBNM, file 23, sheet 127, 23rd of June 1864. (An engineer is appointed to take care of the protection of the woods in a region of Bosnia). In early 1850s, engineers and workers were brought from Austria to work in mining and forestry, see *BOA*, A.DVN.DVE, file 15, sheet 12, 4th of May 1852. As for the agriculture, the connection between this field and engineers is rare, though we can find some examples: *BOA*, İ.DH., file 1213, sheet 95008, 30th of January 1891 (This document mentions potassium nitrate brought by engineer “Sanifferia” to be used against phylloxera in grapevine and other plants). For Ottomans holding a rank of military engineer who were appointed to direct mines, see: *BOA*, İ.MVL., file 41, sheet 777, 21st of July 1842. Edhem Bey, major general - engineer, is appointed director of the Imperial Mine of Gümüşhacıköy. (It is Ibrahim Edhem who studied at the *Ecole des Mines* in France). 3) Regarding the different engineering schools founded or reorganized as such in the Republic of Turkey: for the Superior School of Mining Engineers in Zonguldak founded in 1924, see Emre Dölen, “Zonguldak Maden Mühendis Mekteb-i Âlisi (1924-1931)”, in *Kent Tarihi '05 Bienali. Bildiriler Kitabı*, ZOKEV, Zonguldak, 2006, 21-31. It is worth mentioning that since 1925, the Superior School of Mining Engineers was directed and reformed by Mehmed Refik Fenmen, electrical engineer and one of the most remarkable directors of the Civil Engineering School. On the Superior School of Agriculture in Halkalı, see Sevtap Kadioğlu, “Halkalı Ziraat Mekteb-i Âlisi Mecmuası üzerine bir inceleme”, *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, 4 (1, 2002), 99-118. As for the major reorganization of superior education of agriculture and forestry during 1920s, see Emre Dölen, “Cumhuriyet’in Onuncu Yılında Kurulmuş Olan İstanbul Üniversitesi ile Yüksek Ziraat Enstitüsü’nün Kuruluşlarının ve Akademik Yapıların Karşılaştırılması”, in *Bilanço 1923-1998, Türkiye Cumhuriyeti’nin 75 Yılına Toplu Bakış*, Tarih Vakfı, İstanbul, 1999, 239-245. Little systematic research has been done on the history of forestry education. See for example İsmail Eraslan, *Türkiye’de Ormancılık Eğitim ve Öğretim Kurumlarının Tarihsel Gelişimi*, Matbaa Teknisyenlerin Basımevi, İstanbul, 1989. Forestry experts received the title of engineers since 1929.

shall examine to which extend particular schools or patterns were explicitly imitated. Furthermore, we shall bear in mind that European engineering schools were often far from being consolidated institutions themselves in the beginning of the period and that engineering education in different European countries also underwent major transformation in the long nineteenth century. This is particularly important so as not to interpret any sign of institutionalization or standardization as an imitation of a ready-made *European model*, while it could be -to some extend- a parallel process, which makes the approximation mutual.¹⁹

During the period of crystallization (1770s-1820s), new channels of knowledge-transmission displayed low level of institutional and spatial consolidation. We may identify several common characteristics of the schools that existed during that time. They generally consisted of a teacher (*hoca*) and his four hierarchically organized assistants (*halife*), plus foreign experts and their translators. In the beginning of the nineteenth century the staff expanded and the figure of a professor-in-chief (*serhoca* or *başhoca*), or school director, appeared.²⁰ As for the students, first there was a fluctuant group of attendants to the technical and scientific courses, while practical training was given to the troops. By the 1780s, the foreign and Ottoman lecturers convinced the authorities to consolidate a group of paid students who were supposed to attend lectures regularly and were submitted to testing and evaluation.²¹ By the end of the nineteenth century, links to particular corps were expanded and strengthened, too. Together with the support of the authorities, knowledge, endeavor and charisma of the teacher and of the foreign lecturers often played a decisive role not only in the quality of education, but also in the very permanence of the institution. These *houses of geometers-engineers* (*hendesehane/mühendishane*) were technical-scientific institutions that bore hybrid characteristics: first, there existed no system of regular promotion from one temporally limited course to another, superior one, followed by final graduation. Instead, there

¹⁹ Biography on the question of models in the history of engineering education is provided in the Introduction.

²⁰ The Land *Mühendishane* - Military School of Engineers was divided into four grades and a professor was put in charge of each in the regulations dated by Kemal Beydilli to 1806. Kemal Beydilli, *Türk Bilim v Matbaacılık Tarihinde Mühendishane*, 78-85. The first mention of the teacher of the highest grade, Hüseyin Rıfki Tamanî, as professor-in-chief (*başhoca*) of the school is from the same year. Ekmeleddin İhsanoğlu, *Başhoca İshak Efendi...*, 9 and 14, footnote 6.

²¹ *Traduction du Commandement impérial Emané de la Sublime Porte Concernant l'École de Mathématique et de Fortification*, SHD, Archives du génie, art. 14 Turquie, box 2, n.8, 17th of September 1786 and *Traduction de la Patente ou Brevet accordé à chacun des sept élèves de l'école désignés dans le commandement impérial de la Sublime Porte*, SDH, Archives du génie, art. 14 Turquie, box 2, n.9, 17th of September 1786.

were lessons given to everyone, and experienced students helped the newcomers.²² In the schools reorganized during the reign of Selim III, four subsequent grades were introduced, following the European model (in the broadest sense of the notion).²³ Nevertheless, the promotion from one grade to another was done according to the traditional system of promotion in the Ottoman administration -*silsile*, or chain-, according to which a student passed to the following level only when there was a vacancy. A similar system was applied for “graduation” in the schools linked to the different corps: the students who were not to become teachers left the school once for all when there was a vacancy at their corps, and received a *tîmâr*. Such system made the length of the education hard to predict and generally long. In order not to waste the opportunity to use these men of unique profile who remained attached to the school for many years, the authorities sent both teaching staff and the selected students (*mülazım*) to carry out particular technical tasks, related to warfare or not, as engineers. After they completed the task, the men returned to school. Such practice lasted well into the period of Tanzimat.²⁴ In the long-term perspective, the number of students grew and so did the space: from lectures given in a hall or a room in the beginning, the institutions expanded in space, too, acquiring buildings with classrooms and a library-deposit of instruments.²⁵

While during the period of crystallization, the process of education within the schools depended to a great degree on the will and character of the teacher(s), the

22 When a group of seven students was selected as salaried students of the course of mathematics and fortification in the framework of the House of Geometry in the Imperial Shipyard in 1786, they were required to “make an effort and pay attention to explain what they had learned to other people interested”. This was a classical way of transmission of a corpus of knowledge considered as closed: the professor (*hoca*) transferred his knowledge to the students who -once they fully interiorized the body of knowledge- could become teachers of others. This vision of education derived from the transmission of “divine sciences” which, in the religious worldview represented a complete and immutable body of knowledge. For the quote, see *Layihâ* of Little Hüseyin Pasha, *BOA*, MD. 8882, 120-122. (dated to 3rd February 1797).

23 As in 1770-1780, the concern for a practical output underlined the initiative in the field of education of the Ottoman authorities during the reign of the sultan Selim III (1789-1807), too. As it has been stressed in the previous chapter, the focus on a new-style military training was in the very core of the reform effort in this period. Besides the attempt to create efficient troops distinguished by their discipline, technology transfer remained one of the priorities of the reformers. In this project, the authorities were building on a previous experience, trying to eliminate, nevertheless, the elements that hindered the success of the past enterprises. Foreign experts played, once again, an important role.

24 For the first third of the 19th century, see Ekmeleddin İhsanoğlu, *Başhoca İshak Efendi...*, 9 and 14-15. For a testimony of such practice during the Tanzimat, see Ahmed Sirri, *Mühendishane-i Berr-i Hümayûn Nazırı İstihkam Feriki Saadetlü Ahmed Sirri Paşa Hazretlerinin Sergüzeşti*.

25 Meltem Akbaş and Darina Martykánová, “Sailors in Space: Transformations of the Ottoman Naval Academy throughout the 19th Century”, paper presented in the session *Public Space and Urban Experiences in Ottoman Cities*, 10th International Conference on Urban History, 1-4 September 2010, Ghent, Belgium.

regulations of the Military School of Engineers of 1848 represent a clear shift from personal ways of knowledge transmission within an institutional framework towards standardization and institutionalization of the process of education. *Madrasah*-style personal relations between teachers and students were since then to be molded into standardized patterns. The new regulations, based on a proposal of reform prepared by the school's director-supervisor colonel Bekir, especially addressed the teachers, establishing clearly their obligations towards the students and teaching process, regulating their behavior, imposing measures of transparency on them. As a result, the education was to become more predictable and repetitive.²⁶ In general, lectures were given during several hours 5 (or 6) days a week. Holidays were established for the month of Ramadan. A practice of sending students to carry out technical tasks to the provinces, typical for the *house of geometers-engineers* model, was abolished. The length of the studies was fixed, to prevent another practice characteristic for the *house of geometers-engineers* model, according to which the students could spend many years in the school waiting for a vacancy in the following grade (and in their corps). A system of a regular yearly promotion was established. The length of studies differed for each group of students: while some were sent to the armies after one or two years, the selected group of men who were to receive a more theoretical education went through all grades (in their case, total length of studies could vary from 4 to 7 years). Preparatory grade(s) (*idâdî*) which preceded the specialized education will be discussed later in this chapter.

We may appreciate that since this period of crystallization, a link existed between technical and scientific education and administrative intervention. Throughout the period, the Ottoman authorities continued to insist on practical technical training, but at the same time, the schools were centers of transmission and appropriation of modern technoscientific knowledge. This twofold profile of the Ottoman engineering schools is worth a closer look. In the period of crystallization of modern technoscientific education in the Ottoman Empire, the authorities expected immediate results from the institutions they established and supported. The men linked to these institutions were to provide solution -through technical innovation- to the urgent need to improve military performance of the Ottoman troops. During the second third of the

26 Colonel Bekir (later also Bekir Pasha) was one of the graduates of the Military School of Engineers who was sent to study in Great Britain (1835/6-1840/41). His report is transcribed in Mehmed Esad, *Mîrât-i Mühendishane...*, 74-77. The School's regulations of 1848 transcribed as "Mektebin 1264 senesi nizamnamesi" in Mehmed Esad, *Mîrât-i Mühendishane...*, 79-84.

nineteenth century, recruiting policies followed by the Ottoman statesmen seem to indicate their conviction that the immediate need for technicians was more efficiently covered by employing foreign experts and companies in the expanding area of infrastructures, and by importing machinery and war material.²⁷ Existing schools were supposed to cover the needs of military administration. Furthermore, they contributed to a gradual creation of enlightened and loyal bureaucratic elite, familiar with knowledge identified as modern and Western. Since the last third of the nineteenth century, a civil school with a new mission was added: that of satisfying the need for expert government officials in the consolidating administration of public works.²⁸

Taking to consideration these overall developments, it is not surprising that there existed a remarkable emphasis on applicable knowledge and on practice during the first period. The school linked to the land armies provided training to the troops, the people linked to the shipbuilders' section of the Naval *Mühendishane* actually designed and built vessels, while the students of the theoretical courses carried out practical exercises in front of the ruler or in public space.²⁹ There was also one remarkable element that introduced practical training into the process of education: the long-lasting practice to send students and staff to the provinces to perform particular practical tasks. The utilitarian desires of the rulers were nevertheless hard to combine with the profile of some *madrasah*-educated teachers, erudite men brought up in the environment of written culture and theory. While these scholars were gradually replaced by men of modern science in the mid-nineteenth century, the tension continued. The latter were quite ready to leave aside engineering practice and fashioned themselves into an

27 There exist many documents related to bringing foreign engineers to fulfill particular tasks dating from 1850s and 1860s: *BOA*, A.DVN.DVE, file 15, sheet 12, 3rd of May 1852 (regarding engineers and workers brought from Austria to work in forestry and mining), *BOA*, A.AMD, file 89, sheet 62, year 1857/8 (salaries of the engineers brought from Europe in order to explore the forests of Sinop), *BOA*, A.MKT.NZD, file 376, sheet 11, 2nd of November 1861 (regarding technicians to be brought from Paris to work in a paper factory), etc.

28 In this respect, there exist certain contradictory signs: on one hand, students' missions to Europe were very practice-oriented during the second third of the nineteenth century. On the other hand, when the young engineers returned from abroad, they were often employed as engineers for very short time. Frequently, they were soon promoted to posts that required more general *European* knowledge and skills, for example diplomacy. Probably it was rather a question of immediate priorities than that of a systematic policy of bureaucratic-elite production. By the last third of the century, this trend seems to have changed, the people who acquired engineering education in the Empire or abroad, and were employed by the state, generally remained linked to the technoscientific policies. Due to the growing number of Ottomans who dominated different areas of *European/Western* knowledge, the Administration could employ them according to their field of expertise.

29 For the practical exercise, see for example Séid Moustapha, *Diatribes de l'ingénieur Séid...*, 7-10 and also 23-24. For the shipbuilding activity, see *Layihâ* of Little Hüseyin Pasha, *BOA*, MD. 8882, 120-122 (dated to 3rd February 1797).

original profile of a Westernized, enlightened bureaucrat and man-of-science. This image could successfully play with the recognized archetype of the *madrasah*-scholar, and, at the same time, it could be presented as a model for the man of the future. As teachers, translators and authors, men of this profile contributed to the transmission of modern technoscientific knowledge, and also to enhance the theoretical, scholarly profile of the lectures they gave.

All throughout the long nineteenth century, the authorities showed concern for the availability of modern instruments for the purposes of education. In 1872, one of the main reasons why the School moved to the Military Academy was to provide the students with practical education for which the original building was judged as unsuitable.³⁰ Nevertheless, the reality was often quite different both from the desires of the authorities and from the regulations of the institutions, and theory prevailed. According to the testimony of its graduates, students of the Civil Engineering School received less practical training than foreseen in the curricula.³¹ In this point, it is convenient to make clear what we are referring to when judging the practical-theoretical character of the education. The weight of applied subjects in the curricula was prominent, especially in higher grades.³² In this sense, engineering education, especially with regards to the curriculum of the Civil Engineering School, could be compared to the one provided in the *École des Ponts et Chaussées*, on which it was actually modeled, but always taking to consideration that the students did not count on the previous highly theoretical education French engineers received at the *École Polytechnique* (which made it difficult for the Ottoman students of engineering to grasp some aspects of these subjects, and these had to be simplified). When stressing the limited presence of engineering practice in the education of the Ottoman *diplomalı* engineers, I am hinting on the way the applied and other subjects were taught: there was little practical exercise including open-air measurements or practice in workshops. Practice was limited even in the scientific framework: little experiments or laboratory work was carried out. Nevertheless, individual projects had great importance in the

30 According to a document (BOA, İ.DH, 644/44792, January 1872) quoted and analyzed in Meltem Akbaş, *Osmanlı Türkiyesi'nde Modern...*, 17.

31 Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*, 142, footnote 2.

32 The curricula of the Military School of Engineers can be found in Mehmed Esad, *Mîrât-ı Mühendishane...*; those of the Civil Engineering School in Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...* and those of the Naval Academy in *Deniz Harp Okulu Tarihçesi...* and in Ali İhsan Gencer, *Bahriye'de Yapılan Islahat...* One should bear in mind that 1) for different reasons, they were not always strictly followed 2) the depth of transmitted knowledge often depended on individual interest and effort of a teacher and/or a student.

evaluation of the students and their work during the first years of service was followed and evaluated, too. As in many European countries, the first two decades of the twentieth century became a period of questioning the established ways of teaching and learning. After the Young Turk Revolution, the new direction of the civil school intended to create workshops and laboratories (without major success), and carry out more practical exercise. Furthermore, new subjects were added related to the technologies that developed in the context of second industrial revolution, and experts in the technology applicable to public works were brought from abroad.³³

The question of the impact of foreign models on the configuration of engineering education in the Ottoman Empire represents a complex issue. Scientific knowledge of European origin was, indeed, understood by the Ottoman authorities as being in the core of the European advantage in particular areas (beginning with the artillery and the Navy). Its appropriation had been identified as a way towards improvement as early as in the core decades of the eighteenth century. Foreign experts had a prominent role in shaping the engineering education and foreign schools were examined closely by the Ottomans. There existed personal links between men in charge of the different projects of schools and particular foreign institutions: thus for example, Ibrahim Edhem who planned to create a mining school in the early 1870s studied at the French *École des Mines*. The first attempt at forestry education, the Forest School (*Orman Mektebi*, founded in 1857) was directed by a former professor at the *Institut agronomique* in Versailles, Louis Tassy.³⁴ Amasian Efendi who promoted scientific agricultural education in the Empire and contributed decisively to the opening of Superior School of Agriculture in Halkalı, studied agronomy at the *École d'Agriculture de Grignon* in France.³⁵ As Hayrullah Gök has shown, the Ottoman Military Academy was modeled on the French *École d'application du Corps royal d'état-major* and on the *École spéciale militaire de Saint-Cyr* in the late 1840s.³⁶ Forty years later, Goltz Pasha

33 Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*, 166-170. Shortly before he became director of the school, Mehmed Refik exposed his ideas on the desirable features of engineering education (the emphasis on a common scientific basis and on practice as an essential part of the curricula, with workshop as the place where practical instruction takes place) when explaining the characteristics of the engineering schools in Germany to the readers of the Journal of the Society of Ottoman Engineers and Architects: Mehmed Refik, "Mühendis Mektepleri II: Almanya'da Mühendis Mektepleri", *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, (5, 1910), 109-114.

34 Louis Tassy was a renowned French expert in forestry. Among his publications, see *Études sur l'aménagement des forêts*, Bureau des Annales Forestières, Paris, 1858; *Réorganisation du Service Forestier*, Paris, 1879 or *États de Forêts en France*, Paris, 1887.

35 Sevtap Kadioğlu, "Halkalı Ziraat Mekteb-i Âlisi...", 100.

36 On the French military schools as models for the *Harbiye*, Hayrullah Gök, *Arşiv Belgelerinin Işığında*

reformed it according to the model of the Prussian *Kriegsakademie*. The French *École de Ponts et Chaussées* represented a point of reference for the Section of Roads and Bridges of the Galatasaray Lyceum that operated during the late 1870s. The Civil Engineering School founded in 1883 directly adopted the curriculum of this French *grande école*.³⁷

In spite of the fact that particular institutions served as models for the Ottoman schools, the French organization of engineering education was -or could be- far from being slavishly copied in the Ottoman Empire. Not only have we observed the hybrid character of the Ottoman institutions in terms of combining the local patterns of organization with imported and newly developed ones. The limits on the importation were also imposed by the differing state of previous education available to the students, so the curricula had to be adapted. Furthermore, foreign influence was not limited to the allure of France. Thus, the Naval Academy was shaped by British officers who served in the Ottoman Navy during the central decades of the 19th century, while in the period 1880-1918, Germans and Austrians not only taught at military and civil schools, but were also appointed to posts of inspection and direction. Several German officers were put in charge of inspecting military schools (including the Naval Academy and the Military School of Engineers), reporting on their state and designing projects of reform. When evaluating the impact of the reports and projects of reform issued by these foreign experts, we should bear in mind the high degree of institutional inertia: the proposals, although approved, were not always actually implemented and the changes were often introduced only partially, if at all.³⁸

Kara..., 123.

37 From the Tanzimat onwards, many Ottoman gentlemen used their travels to Europe to become acquainted with European institutions of education. They also made an effort to share this information with their countrymen. In his *Book of Travels*, Hayrullah Efendi, one of the first graduates of the Academy of Medicine, explains the way engineering education is organized at the *Ecole Polytechnique*. See Ercüment Kuran, "Tanzimatçı Osmanlı Aydını Hayrullah Efendiye Göre Fransız Bilim ve Eğitim Kurumları", in H. Y. Nuhoglu (ed.), *Osmanlı Dünyasında Bilim ve Eğitim...*, 675-678. Hayrullah Efendi travelled to Vienna and Paris in early 1860s.

38 The fact that similar proposals repeated once and again clearly indicates it. Baldwin Wake Walker's *layiha*, dated to 1840, is fully transcribed in Ali İhsan Gencer, *Bahriye'de Yapılan Islahat Hareketleri ve Bahriye Nezareti'nin Kuruluşu (1789/1867)*, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara, 2001, 248-251; M.Starcke, *Rapport sur l'Ecole de la Marine Impériale de Halki (avec trois annexes)*, Constantinople, BOA, Y.PRK-ASK, 25/34, 9th of February 1885. I thank Meltem Akbaş for providing me with a reference of and an access to both reports, as well as for a fruitful discussion of their contents. The importance of foreign experts in the organization of the schools can be appreciated taking to consideration that von der Goltz came to be the Inspector of Military Schools in 1880s. As Meltem Akbaş found out, his report, together with that of divisional general of Artillery Risto Pasha, were the bases for the last attempt at major reorganization of the Military School of Engineers in 1888. Meltem Akbaş, *Osmanlı Türkiyesi'nde Modern ...*, 21.

Furthermore, other factors, common points and affinities were in play that may explain the patterns of imitation and appropriation. First of all, the French schools that were imitated by the Ottomans were founded and maintained with a similar aim as the Ottoman schools that adopted some of their features (definition of a field of expertise, curriculum): to provide qualified men for the Administration. On one hand, the Ottoman authorities showed a concern for the applicability of new knowledge all throughout the period. On the other hand, scientific knowledge, both old and new, was understood as an elite knowledge and bureaucratic elites saw themselves as the mediators *par excellence* between the West and the Ottoman Empire. Combining these elements, it was extremely difficult for the reformers to imagine a possible contribution to modernization of non-elite groups of population. At the same time, there was a huge gap between the self-representation of an Ottoman man-of-elite, Muslim and non-Muslim, and physical, manual work. In this context, the French model of engineering as a scientific occupation that imposed great distance and (quasi-) military patterns onto the relations between the engineer and the workers, remained particularly attractive for the Ottoman reformers and revolutionaries throughout the long nineteenth century.

Nevertheless, there were indeed shifts in the influence of different European models and practices throughout the period analyzed. These were related to 1) the presence of foreign experts in the Ottoman army and in the institutions of education (sometimes tied to geopolitical context and/or to the Ottoman alliances of the moment) 2) to the intervention of the Ottoman men who had a direct experience with particular foreign institutions 3) as well as to the esteem in which Ottoman authorities held different countries and their scientific, technical, military or academic traditions.³⁹ Thus the Ottoman schools eclectically combined different features and traditions, integrating foreign models, maintaining Ottoman particularities, as well as creating new practices adjusted to immediate needs.

As Feza Günergun has recently pointed out, the historiography of Ottoman science and technology has not paid much attention to the “individual efforts deployed”

39 1) The fact that Austria and the Ottoman Empire were allies in war certainly mattered when Phillip Forchheimer, the Austrian academic director of the Superior School of Engineers (former Civil Engineering School), achieved to bring his countryman Karl Terzaghi as teacher to the school in 1915. 2) Thus Mehmed Refik who had graduated in mathematics and physics from the University of Lausanne and obtained a diploma in electrical engineering at the *Institut électrotechnique Montéfiore* in the Belgian city of Liège, brought Belgian experts to teach in the Civil Engineering School. For Mehmed Refik, see Meltem Akbaş, “Elektrik Mühendisi Mehmed Refik...”

in the process of transmission of technoscientific knowledge.⁴⁰ There hardly exists a better example of the key importance of personal initiative and constancy than the question of contribution that the lecturers at the engineering schools made both to transmission of knowledge and to institutional functioning of the establishments. The staff shaped the education and the organization of Ottoman schools of engineering by their active, conscious intervention. Personal traits and socio-professional characteristics of the men involved were also highly relevant. In my opinion, personal contribution proved to be of fundamental importance in the long period of institutional consolidation, though it should always be interpreted within a broader institutional and discursive framework. The number of teachers in the engineering school fluctuated during the analyzed period, but on the whole, teaching staff expanded in a long-term perspective. Until a major reorganization of the schools during the rule of Selim III, the schools generally counted on a teacher (*hoca*) who was in charge of the school, his (four) assistants (*halife*), and, intermittently, on foreign lecturers who were experts in a particular subject. If the foreign experts did not speak Turkish, they had a translator at their disposal.⁴¹ The reforms at the turn of the nineteenth century reorganized the schools into three or four classes-grades. In the Military School of Engineers, a teacher was put in charge of each class-grade, counting on a help of an assistant. The teacher in charge of the first, highest grade was at the same time the professor-in-chief (*başhoca*), a scientific director of the center.⁴² This represents a remarkable case of hybridization between the *madrasah* system and the contemporary European standards. In 1845, the category of professor-in-chief was suppressed, replaced by the post of a director-supervisor (*nazır*), who might also give lectures in the field of his expertise, an

40 Feza Günergun, “The Ottoman ambassador's curiosity coffer: eclipse prediction with De La Hire's ‘machine’ crafted by Bion of Paris”, in Feza Günergun and Dhruv Raina (eds.), *Science between Europe and Asia*, Springer, Leiden, 2011.(in press)

41 While some foreign experts gave lectures without occupying a post in the formal structure of the teaching staff, foreigners could be fully integrated in the system in the early period, too (as well as the converts of both foreign and Ottoman origin). Thus the Chamber of Geometry was first dominated by men of foreign origin: François de Tott acted as director-supervisor and lecturer, a French infantry officer Kermovan served as the teacher and a Scottish convert Mustafa Agha the Englishman was appointed the teacher's assistant. None of them was an engineer (though Kermovan claimed it), and even less an expert in naval engineering, as all three had gained their experience in the land armies and/or military industry. After a few months, an experienced Ottoman captain Seyyid Hasan the Algerian occupied the post of the teacher, while Campbell seems to have continued working as his assistant. Le Brun was appointed teacher (*hoca*) of the Naval *Mühendishane*. Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*, 60-63 and 120.

42 Relevant regulations and their analysis are available in Kemal Beydilli, *Türk Bilim v Matbaacılık Tarihinde Mühendishane*, Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...* and Mehmed Esad, *Mîrât-ı Mühendishane...*

arrangement which survived until the end of the period analyzed in this work. The system of a teacher and his assistant responsible for each grade was maintained for certain period, while the number of lecturers who were in charge of different subjects in the curriculum grew.⁴³ By the last third of the nineteenth century, when the system of a yearly passing from one grade to another consolidated, the teachers were appointed for particular subject or subjects, in a further approximation to contemporary European practices. Each teacher (by then called *muallim*) had an assistant (*muavin*) who was often chosen from among the best students of the highest grades.⁴⁴

Particular typology of the teaching staff can be identified, changing in time. As it has already been outlined, the initial period of crystallization was characterized by the coexistence and collaboration of 1) learned Ottoman military men, some of them of broad practical experience (as the first two teachers in charge of the Chamber of Geometry linked to the Imperial Shipyard, Seyyid Hasan the Algerian and Seyyid Osman Efendi, or as Ahmed Hoca who taught at the school during the rule of Selim III) 2) Ottoman men of science linked to the *madrasah* education (like the mathematicians Gelenbevî Ismail Efendi and Mütfüzâde Palabıyık Mehmed Efendi who taught at the *Mühendishane* in 1780s and 1790s, respectively) 3) foreign experts. The profile of the last group evolved from military men without formal scientific education (Bonneval, Tott) to expert engineers (Lafitte-Clavé, Le Brun).

During the difficult period of reforms and search for identity that covers the central decades of the nineteenth century, the profile of the teachers changed. The schools became characterized by a great degree of reproduction, due to the formal and informal practices introduced in the early period: the graduates, generally holding one of the ranks of a technical officer (of artillery or of fortification), constituted an

43 Ahmed Sırrı, *Mühendishane-i Berr-i Hümayûn Nazırı İstihkam Feriki Saadetlü Ahmed Sırrı Paşa Hazretlerinin Sergüzeşti*, 27-31. As for the information on the organization of engineering education during the second and third thirds of the 19th century, interesting, rarely used primary sources (the so-called state yearbooks, or *salname*) were used and analyzed by Meltem Akbaş, *Osmanlı Türkiyesi'nde Modern...*

44 As for the administrative direction, the schools were directed-supervised by a person appointed by the institution they depended on. Thus for example, when the Military School of Engineers depended on Imperial Arsenal of Ordnance and Artillery, its supervisor was appointed by the head of the Arsenal. Later, the administrative direction became more complex, especially in case of the Civil Engineering School, which was under a joint administration of the Imperial Arsenal of Ordnance and Artillery and the Ministry of Public Works. After the school became a fully civilian establishment, the director, chosen from among high-ranking engineers and employees of Public Works administration, was appointed by the Ministry of (Commerce and) Public Works. Elements of self-government were introduced, as the Teaching Assembly, composed of elected teachers.

important part of the staff.⁴⁵ Some of these men had acquired experience as technicians before or during their teaching activity, but others directly passed from being student-assistants to teaching, which often had a negative impact on the quality of their work. From the very first decades of the schools' existence, the reproduction went beyond institutional aspects, the teachers sometimes being sons of teachers. The *madrasah*-educated men gradually disappeared from the picture, but their role of scientists and authors of books was carried on by a new group of men. These had generally been the best students who had been sent abroad and returned not only with their interest in sciences further enhanced, but also acquainted with European culture and languages (i.e. field marshal Emin Pasha, divisional general Bekir Pasha, Derviş Mehmed Emin Pasha). For some of these men, teaching scientific subjects and/or being in charge of the direction of military schools represented just a step in their stellar career in the Ottoman bureaucracy. Nevertheless, they contributed decisively to the circulation and appropriation of modern technical and scientific knowledge, designing new regulations and curricula, translating books and compiling textbooks or carrying experiments in schools and in public.

Foreigners continued to work as experts in technoscientific disciplines: Edward Sang in the Naval Academy and in the Military School of Engineers; Blum (?) Bey as fortification teacher in the Military School of Engineers; British teachers at the Naval Academy, particularly Henry Woods, known as Woods Bey, and others.⁴⁶

45 This reproduction was searched for. If considered capable, the sons were encouraged to follow the path of their fathers. We find sons of former or present staff joining one or the other school of engineering as students or directly as teachers or teacher's assistants. (i.e. Mehmed Şakir, the son of Seyyid Osman; Gelenbevîzâde Mehmed Emin, the son of Gelenbevî Ismail; Emin Pasha, future director of the Military Academy, and a graduate of the Military School of Engineers, was son of the professor-in-chief Hüseyin Rıfkı Tamânî; a brother and a grandson of the teacher Yahya Naci studied at the Military School of Engineers and one of his daughters married Derviş Mehmed Emin Pasha, a graduate from the same institution etc.). See Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*, 124 and individual biographies: Salim Aydın, "Emin Paşa", *Yaşamları ve Yapıtlarıyla Osmanlılar Askiklopedisi*, vol.2, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 1999, 401; Ebru Ademoğlu, "Yahya Naci Efendi...", 30-31. The best students were to be selected for a teaching career according to the regulations of the first schools of engineering, as we may appreciate from *Layihâ* of Little Hüseyin Pasha, *BOA*, MD. 8882, 120-122, dated to 3rd February 1797. It also seems that the group of salaried students selected in 1786 was constituted with two major expectations: that they would become teachers and that they would fulfill particular missions as technicians.

46 On Henry Woods and his teaching career at the Naval Academy, see his own memories, Sir Henry Felix Woods, *Spanyarn from the Strands of a Sailor's Life Afloat and Ashore. Forty-Seven Years under the Ensigns of Great Britain and Turkey*, Hutchinson, London, 1924; as well as Selman Söydemir, *Osmanlı Donanmasında Yabancı...*, 98-115. The reference to Blum (or Bloom?) Bey in Ahmed Sırrı, *Mühendishane-i Berr-i Hümayûn Nazırı İstihkam Feriki Saadetlü Ahmed Sırrı Paşa Hazretlerinin Sergüzeşti*, 119 and also *BOA*, A.MKT.MHM , file 243, sheet 98, 16th of October 1862 (according to which the teacher of fortification at the Military School of Engineers Blum Bey was conferred a decoration). As for Edward Sang, see Charles MacFarlane, *Turkey and its destiny...*,

Furthermore, together with Ottoman non-Muslims, they occasionally taught auxiliary subjects introduced into the curricula, as drawing and Western languages (French, English or German). During the last third of the nineteenth century, the role of civilian experts, both Ottoman and foreign, became more prominent. During the rule of Abdülhamid II, the Military School of Engineers (by that time also known as the School of Artillerymen) and the Civil Engineering School shared teaching staff recruited from among officers (many of them artillery and fortification officers graduated from the Military School of Engineers). Nevertheless, expanding curriculum had to be covered by external experts. For that purpose, teachers were appointed from among the staff of other schools, or experts holding office at the Ministry of Public Works or in related areas of the Administration (engineer Aram Margosian, vice-director of the Department of Railroads, Salih Zeki from the telegraph administration). Distinguished foreign experts (August Jachmund, Philipp Forchheimer) were recruited, too.⁴⁷ When the Civil Engineering School became free from military tutelage, the number of civilian experts among the staff increased, too. These men combined their role as teacher with a broad professional experience. As for the foreign experts, the period after the Young Turk Revolution stands out not only for remarkable quality as teachers and as professionals

vol.2, 288-290 and Mehmed Esad, *Mîrât-i Mühendishane...*, 288-291.

47 Philipp Forchheimer (1852-1933) was an Austrian engineer, expert in hydraulics. He obtained his diploma in engineering at the Technical *Hochschule* of Zürich and received his habilitation at the Technical *Hochschule* of Aachen. In 1874, he worked at the construction of the railway from Rakovník to Protivín in Bohemia. After he briefly taught “sciences of Public Works” at the Civil Engineering School in Istanbul in 1891-1892, he returned as professor to Aachen and then taught at the Technical *Hochschule* of Graz he became a rector in 1896/7. He returned to Istanbul and was appointed *ders nazırı*, or director in charge of the lectures (academic director) of the School of Engineers (that is, Civil Engineering School) in 1913. (See for example İ.MMS, file 173, sheet 1331 Z-54, 12th of November 1913 and İ.DUİT, file 62, sheet 97, 13th of October 1916). He also gave lectures on hydraulics, canals, bridges and similar subjects. He published various books, mainly on hydraulics. Together with the art historian Josef Strzygowski (later infamous for his sympathies towards the nazism), he is an author of the book *Die Byzantinischen Wasserbehälter von Konstantinopel*, Verlag der Mechitharisten-Congregation, Vienna, 1893 (reprinted by Kessinger Publishing, Whitefish, Montana, 2010). According to the testimony of Kemalettin Bey (known as Architect Kemalettin), Forchheimer felt comfortable in the Ottoman Empire and at the Civil Engineering School and had good relations with staff and students. The speech of Kemalettin Bey on the occasion of the 37th anniversary of foundation of the Civil Engineering School (7th of November 1920), is reproduced in Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*, 642. On Forchheimer's life and career, see Josef Kozeny, “Forchheimer, Phillip”, in *Neue Deutsche Biographie*, vol.5, Duncker&Humblot, Berlin, 1961, 295-296; “Forchheimer Phillip”, in *Österreichisches Biographisches Lexikon 1815-1950*, vol.1, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Vienna, 1957, 336. These two biographic notes contain several errors, while they lack some important data.

August Jachmund was a German architect who designed the building of Sirkeci Railway Station in Istanbul, as well as several other buildings in this city. He promoted architecture as a profession among the students of the School of Civil Engineering, raising distinguished architects like Ahmed Kemalettin Bey (known as Architect Kemalettin) or Ali Talat Bey.

of the foreign experts, but also for the control the Ottomans achieved to establish over the selection of foreign teachers for the Civil Engineering School. The experience and initiative of the director Mehmed Refik who had studied in Belgium and had a network of contacts in Europe contributed greatly to this trend. Thanks to him, suitable foreign experts could be selected in their country of origin and brought to the Ottoman Empire in order to introduce students to the new technological developments related to the second industrial revolution (Dickman and May).⁴⁸

The initiative of the staff played an important role on several levels. Throughout the long nineteenth century, directors and teachers proposed changes in the organization and in the curricula, often driving on their experience abroad. On another level, the teachers showed willingness to help talented students interested in deepening their knowledge. Thus for example, Edward Sang arranged a stay in Scotland for the best among his students at the Military School of Engineers.⁴⁹ According to personal experience of Ahmed Sırrı, Ottoman teachers were also ready to pay special attention to those students who showed particular interest in the lectures, helping them expand their theoretical knowledge, as well as develop practical skills.⁵⁰ Similar testimonies regarding several teachers of the Civil Engineering School were gathered by Kartekin and Uluçay, too. Science represented another field in which individual effort and inclinations played a particularly decisive role. The Military School of Engineers and the Naval Academy stood out, together with other military schools, as centers of scientific and technoscientific production, circulation and appropriation. As Meltem Akbaş argues, for men who wished to devote their life to science, teaching was one of the most viable options in the Ottoman Empire of the second half of the nineteenth

48 The foreigners took initiative again during the Great War, when Germans and Austrians directed many branches of Ottoman military and civil administration. In 1913, Austrian professor Philipp Forchheimer who had already taught at the Civil Engineering School during the times of Abdülhamid II., was appointed as academic director of the school, now fully civilian. During the Great War, Forchheimer contacted another Austrian engineer Karl Terzaghi and offered him to join him. Terzaghi, who was born in 1883 in Prague and studied at the Technical University (*Hochschule*) of Graz (a school where Forchheimer had taught), was to become a famous engineer who worked and taught on several continents, he is considered the father of soil mechanics. This professor of “tolerance of railway instruments” and of “principles of civil engineering” at the Ottoman School of Engineers (Civil Engineering School) during the late 1910 was to become a lecturer at Harvard University in 1938. On Terzaghi's stay in Constantinople and the experiments he carried there out, see Richard E. Goodman, *Karl Terzaghi, The Engineer as Artist*, ASCE Press, 1999, 60- 69.

Forchheimer also recruited Salih Murad (Uzdilek) who taught at the Naval Academy, to teach physics at the School of Engineers (Civil Engineering School). See memories of Salih Murad (Uzdilek) gathered by Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*, 602-605.

49 Mehmed Esad, *Mîrât-i Mühendishane...*, 289.

50 Ahmed Sırrı, *Mühendishane-i Berr-i Hümayûn Nazırı İstihkam Feriki Saadetlü Ahmed Sırrı Paşa Hazretlerinin Sergüzeşti*, 30-31.

century, offering both a way to win their bread, as well as recognition. We may extend her affirmation to the long nineteenth century as a whole.⁵¹ As the University (*Darülfünûn*) did not consolidate before the very last decades of the nineteenth century, military schools (and the Civil Engineering School under military administration) represented the most attractive option for teachers of sciences, together with the Galatasaray Lyceum. Some experts actually taught at several of these schools. A few volunteered to teach for free at the School for Orphans (*Dârüşşefaka*) that, in consequence, also provided technical and scientific education of remarkable level. Furthermore, scientific activity of the staff consisted not only in teaching, which often included demonstrations and experiments, but also in translating, compiling and writing books to be used as textbooks by the students. For some books and their authors, this was a step on the way towards a broader public.

The recruitment and the profile of students represent other particularly interesting issues. Unfortunately there are not enough data available to offer an accurate analysis of social background of the young men entering the institutions of engineering education. We count on biographic research by Frédéric Hitzel, Kemal Beydilli and Mustafa Kaçar, as well as on hints from many other primary and secondary sources, especially the memories gathered by Uluçay and Kartekin.⁵² We may affirm that the recruitment represented a continuous problem for the Ottoman authorities. There existed a complex interplay of tradition, status, prestige and career opportunities. If it has to be filled with volunteers, any new institution has to convince the target public, offering a clear profile and career opportunities. In this respect, traditional institutions that provide an education of easily intelligible contents, creating men of a profile enjoying broad recognition who could earn their living in a series of well-defined posts, are in a clear advantage vis à vis new, hardly consolidated establishments in process of definition. In this respect, engineering schools had to face several difficulties. First of all, the schools were in process of self-definition, regarding both the contents of the education and the career opportunities. The novelty of the contents of education could have a twofold impact: it could mean a door to career opportunities, including stays abroad, and a further promotion to high posts in the bureaucracy. On the other hand, it could add to

51 Meltem Akbaş, “Between Translation and Adaptation: Turkish Editions of Ganot’s *Traité*”, in Feza Günergun and Dhruv Raina (eds.), *Science between Europe and Asia*, Springer, Leiden, 2011. (in press)

52 Frédéric Hitzel, “Les écoles de mathématiques turques...”; Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*; Kemal Beydilli, *Türk Bilim v Matbaacılık Tarihinde Mühendishane ...*; Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*, 560-636 and other pages.

the lack of definition in terms of the profile of graduates and discourage people from applying.

In the early period, men of very different profiles attended the lectures.⁵³ While talented volunteers were always admitted, the schools relied on particular traditional institutions for the supply of students. The consolidation and institutionalization of these *lieux* of knowledge-transmission brought with the regulation of relation with the traditional institutions with respect to recruitment of the salaried students.⁵⁴ Students of the Land *Mühendishane* (the Military School of Engineers) were recruited among the (sons of) members of three corps: that of bombardiers, sappers and architects. The naval school recruited students from among the junior clerks of the Imperial Shipyard, as well as from among the sons of naval officers and shipbuilders.⁵⁵

⁵³ Tott mentions white-bearded captains among his students. (François, baron de Tott, *Mémoires du Baron de Tott...*, 183) According to Toderini, the students of the *camera di geometria* were recruited from among the sons of the captains of the Navy and other “Turkish lords”. Frédéric Hitzel has shown that some of those who attended the course of fortification served in the Ottoman administration; several were *hacegân*, secretaries-in-chief: “more and more numerous in the 18th century, they constituted a sophisticated environment that represented a 'secular' element of the Ottoman state. They differed from the religious and military circles due to certain independence of political authority from the pressure groups and were usually recruited through relations of kinship or clientele with the government officials in active service.” Furthermore, as Hitzel maintains, among those who attended the course of fortification there were also men of law who taught in the *madrasah* and who chose to attend mathematics lessons in particular, in order to put their knowledge up-to-date and transmit it to their own students. Frédéric Hitzel, “Les écoles de mathématiques turques...”, 818. As Kaçar points out, the course of fortification was given on Tuesday and Friday, the days when the employees of the Shipyard could attend. Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*, 106.

⁵⁴ Maximum number of students was established in different periods and institution: The Land *Mühendishane* (Military School of Engineers) was to have at maximum 60 students plus 20 *mülazım* (a category for selected students that were preparing themselves for becoming teachers) in 1801. The number was increased to 100 during the times of Mahmud II. In 1848, the school was to have max. 100 students, plus 50-60 *mülazım*. The Naval *Mühendishane* counted on approx. salaried 50 students in 1805. The reform from 1838 established a top of 400 distributed unequally in four grades (it seems that not all of the students were expected to reach the highest grade, an important part of them was to be appointed to work in the Navy and in factories before). In 1848, Patrona Mustafa proposed to set the maximum at 140 students. Starcke, on the other hand, mentions in his report from 1885 that the number of students is approx. 150, and that it should be increase. According to its first regulations, the School of Civil Engineering could have at maximum 100 students.

⁵⁵ The number of students was established at ten for the section of shipbuilding and at twenty for the section of cartography and geography. There were several Ottoman Christians among the students of the section of shipbuilding: at least two names indicate Greek origin of their bearers (Manol and Kosti). These names constitute a proof of the presence of the Ottoman Christians in certain military institutions. At the same time, they represent the long-lasting tradition of Greek shipbuilders and navigators at the service of the Sultan. Nevertheless, it is symptomatic that there were only Muslim students in the section of cartography and geography. Moreover, it seems that the families of the students of this section were of higher social standing, as the names of many indicate the posts of their fathers in the Navy, in the Administration or in the religious establishment (*ulemâ*). A detailed information on the students of both sections in Kemal Beydilli, “İlk Mühendislerimizden Seyyid Mustafa...”, 41-45. The prominent presence of the sons of the Navy officers and of the employees of the Imperial Shipyard was due to the way the students for this section, as well as future professors, were to be recruited from among “the sons of those who serve at the Shipyard, that is captains, professors and ship commanders...the sons of the men at the service of the Shipyard should be

In both cases this regulation followed established patterns: many Ottoman institutions were supplied by particular households, posts in the different corps were passed from father to son. Men who occupied high-ranking posts preferred to employ their relatives and protégés in the area they were in charge of. Thus a family or a household's link to a field of action was established and perpetuated. This system was less closed than it might seem, as Ottoman dignitaries were willing to accept as their protégés talented young men, be them far kin, orphans or fortune-seekers. Occasionally, the links of loyalty were strengthened and status was acquired and perpetuated through marriage: a young protégé being married to a sister, a daughter or a niece of their patron. Similar dynasties were established also among the *ulemâ*.⁵⁶

Ottoman dignitaries counted on this tradition when designing the following system of recruitment for the Naval *Mühendishane*: “the sons of those who serve at the Shipyard, that is captains, professors and ship commanders (should be) motivated to follow the steps of their fathers and from this category of the “sons of” (*zâdegân* – sons of distinguished families) twenty students (shall be selected)...”.⁵⁷ The link of the Land *Mühendishane* to the corps represented an indirect way of achieving the same, as passing of the posts from a father to a son was a common practice there, as well. While the schools were always open to “outsiders” and in the middle of the nineteenth century students were to be recruited from among the graduates of newly created secondary schools, too, the proposal to recruit students from among the sons of naval officers appeared again in the mid-nineteenth century, though in this case it was considered as a provisional solution before the University started to produce graduates.⁵⁸ Nevertheless, despite the lack of systematic research on this topic, the information available suggests that the reproduction continued to exist, be it linked to a school, military-administrative area or even neighborhood. Ahmed Sırrı Pasha wrote about the reasons why he had joined the Military School of Engineers:

“Trabzonî Küçük Hasan Efendi, the son of my maternal aunt, (was) at the Naval Academy and as lady Güllî, sister of the deceased Admiral Papuççu Ahmed Pasha, brought her son Râsim Efendi from Trabzon and enrolled him to the Naval Academy, my father and my

inscribed, as it has been mentioned above, and thus (the number) will be complete without accepting people from outside.” *Layihâ* of Little Hüseyin Pasha, *BOA*, MD. 8882, 120-122. (dated to 3rd February 1797).

56 Carter V. Findley, *Ottoman Civil Officialdom...*; Margaret L. Meriwether, *The Kin who Count: Family and Society in Ottoman Aleppo, 1770-1840*, University of Texas Press, Austin, 1999. See also the footnote n.45, as well as footnote 138 in the previous chapter *Engineers and Political Change*.

57 *Layihâ* of Little Hüseyin Pasha, *BOA*, MD. 8882, 120-122. (dated to 3rd February 1797).

58 The *Layihâ* of Patrona Mustafa Pasha, 27 of April 1848, a full transcription provided in Ali İhsan Gencer, *Bahriye'de Yapılan Islahat...*, 277-281.

mother wanted to enroll me there, too. Some beloved friends recommended the Medical Academy and others the Military School of Engineers. Our neighbor, architect Şeridçi İbrahim Efendi caused that I was inscribed in the school of engineering. Thus, on 22 Receb 1253 [22 of October 1837, he was then 11 years old – note of DM], on Thursday, my father and my mother handed me over to the architect İbrahim Efendi who then handed me over to Tatarzâde Esad, one of the students of the first class-grade of the school of engineering and to Yorgancızâde Üsküdarlı Hasan Efendi, one of the students of the second class-grade....” The students took him by boat to Halcıoğlu and from there to the engineering school. When they arrived, they presented themselves to the school's director, professor-in-chief colonel Ali Bey and Ahmed Sırrı was enrolled. He affirms he liked the school.⁵⁹

The emergence of state-promoted institutions providing formal secondary education did not eliminate these patterns. Thus for example the Naval Academy, located since the mid-nineteenth century on the island of Halki, maintained the link with the neighborhood of Kasımpaşa in the vicinity of the Imperial Shipyard. Families of seamen and employees of the Shipyard had lived there for centuries. In the last decades of the nineteenth century, the Kasımpaşa high school served as a main source of students of the Naval Academy. Thus, the new requirements in terms of certified education were fulfilled, while the reproduction within a neighborhood and within the families continued.⁶⁰ It is a significant example of hybridization of a traditional system of socio-professional reproduction due to the emergence of new institutions. The Civil Engineering School, created *ex nihilo* and linked to a new branch of Administration, broke with these hybrid patterns. Methods of recruitment combined the requirements on previous education with an exam. If there were to be reproduction of family dynasties within civil engineering, it had to rely on other means (i.e. social capital).

As we have noted, family was an important factor in becoming a student at one of the military schools. During the late eighteenth and an important part of the nineteenth century, the schools operated in a system in which households and personal bonds represented a prominent, if not essential element of the Ottoman government. The authorities encouraged such socio-professional reproduction. This positive attitude derived from the tradition of knowledge-transmission though the master-apprentice system, supported also by the ideas about the importance of an environment favorable to the development of certain behavior, knowledge, skills, tastes and attitudes.⁶¹

59 Ahmed Sırrı, *Mühendishane-i Berr-i Hümayûn Nazırı İstihkam Feriki Saadetlü Ahmed Sırrı Paşa Hazretlerinin Sergüzeşti*, 24-25.

60 Starcke, *Rapport sur l'Ecole de la Marine Impériale de Halki (avec trois annexes)*, Constantinople, BOA, Y.PRK-ASK, 25/34, 9th of February 1885 ; Meltem Akbaş and Darina Martykánová, “Sailors in Space: Transformations...”

61 Seyyid Mustafa writes about such ideas: “je serois tenté d’opiner contre ces philosophes qui refusent d’admettre des inclinations innées dans l’homme: cette secte de philosophes, la plus nombreuse et la plus brillante, s’appuie, à la vérité, sur des raisons très-solides, en niant dans l’homme ce goût inné

Gradually, new elements of legitimacy were introduced, from the formal education itself to the introduction of more or less standardized meritocratic procedures in the process of selection and education.

Nevertheless, from a very early period, the motivations for becoming a student at one of the schools that provided scientific education could also stem from an individual inclination, as the engineer Seyyid Mustafa, author of a book in French on the military and technoscientific reforms of Selim III, argued pointing to his own case. In the introduction to his treatise, he declared that he had been interested in “sciences and arts” since his childhood, despite of the fact that he had been “raised by parents who were not only deprived of any kind of mathematical knowledge, but unable even to make his ears hear a single expression belonging to these sciences.”⁶² In his adolescence, Seyyid Mustafa established contacts with renowned men of science, including Gelenbevî Ismail who used to teach mathematics at the House of Geometry in the Imperial Shipyard. Seyyid Mustafa learned from these men and from the books – Ottoman and European- they provided him or that he could get elsewhere. This highly personal way of transmission of knowledge became inserted into an institutional framework when Seyyid Mustafa joined the newly founded Land *Mühendishane* (the Military School of Engineers) as a salaried student (1794), probably thanks to his personal contacts with the men of science who were linked as lecturers or as supervisors to the two schools.

Throughout the period, the above-mentioned patterns of recruitment combined with other conditions. Since the early period, the authorities considered young age as a feature favouring fast and efficient transfer of knowledge. Furthermore, the authorities might have counted on the assumption that young men would be easier to shape.⁶³ The emphasis on health and robustness (candidates joining the Naval Academy

pour certaines choses, une impulsion quelconque ou une instruction étrangère n'ayant pas eu lieu du tout. 'La science dans l'homme n'étant qu'une qualité accessoire, elle ne peut, disent-ils, qu'être acquise; comment l'homme dont on n'a pas du tout dirigé l'entendement, peut-il avoir des connaissances qui ne s'acquièrent guère que par une étude continuelle et opiniâtre?' Cette proposition ne peut pas être révoquée en doute, et le cours constant et ordinaire de la nature est tel: mais n'y a-t-il pas aussi des exceptions à la règle? n'a-t-on jamais vu le contraire?'. Next, he expresses a partial disagrees with them and mentions Blaise Pascal and himself (“sans prétendre à la moindre comparaison”) as an example of innate inclinations and talent. Séid Moustapha, *Diatribes de l'ingénieur Séid...*, 1-2.

62 Séid Moustapha, *Diatribes de l'ingénieur Séid...*, 2.

63 MacFarlane was convinced Ottoman authorities preferred to recruit students of poor origin as they were dependent and easy to manipulate. I cannot affirm that this was never the fact, and we do know that Starcke -whose ideal was the reproduction of privilege embodied in naval officers from elite families- also complained that students of the Naval Academy came mainly from a secondary school

were to be inspected by a physician) was linked with the military character of the schools, but could also have to do with the prevention of diseases in the boarding schools and even with the profitability of the state's investment in a boy's education.⁶⁴ However, the schools could not be that demanding as for the previous knowledge of the candidates. Novelty of the contents created the problem of insufficient preparation: elementary studies were based on different priorities, and secondary education, though rapidly expanding, only became widely available during the last third of the nineteenth century.⁶⁵

This was a problem that needed to be solved for the engineering schools and other institutions of superior and/or specialized education. The schools had to take charge of preparing their students for specialized instruction. During the second third of the nineteenth century, this included providing them with basic knowledge of reading and writing. Specialized technical and scientific instruction was therefore preceded by the so-called *idadî* grades in which the students received a basic education. The situation slowly began to change during the second half of the nineteenth century when the number of secondary schools in the Ottoman Empire grew. The Military School of Engineers and the Naval Academy kept their *idadî* grades, though the education they offered acquired a secondary, rather than primary character.⁶⁶ The Civil Engineering School founded when the Ottoman secondary schools were already producing a substantial number of graduates on regular basis, also provided a broad education (in history, geography, religion, French) during the first two *idadî* years, preceding the 5 (4) years of specialized instruction. In the context described above, it seems quite logical that the institutions generally could not impose an entry exam on the candidates, or at least not a demanding one. There existed certain flexibility in the functioning of the

in a poor quarter of Kasımpaşa. However, we have shown that during different periods, Ottoman authorities tried hard to recruit sons of men who enjoyed certain status. I would nevertheless agree that if not the socio-economic position of the families, then the young age (12, 15, less than 20 – depending on institution and period) of students combined with the boarding school regime (introduced massively in the second half of the 19th century) could certainly offer possibility to mold the students and limit their exposure to influences considered undesirable. Charles MacFarlane, *Turkey and its destiny...*, vol.2, 279; M.Starcke, *Rapport sur l'Ecole de la Marine Impériale de Halki (avec trois annexes)*, Constantinople, BOA, Y.PRK-ASK, 25/34, 9th of February 1885.

64 For insisting on formal medical examination, see the *Layihâ* of Patrona Mustafa Pasha, 27 of April 1848, a full transcription provided in Ali İhsan Gencer, *Bahriye'de Yapılan Islahat...*, 277-281.

65 Selçuk Akşin Somel, *The Modernization of Public Education in the Ottoman Empire, 1839-1908. Islamization, Autocracy and Discipline*, Brill, Leiden/Boston/Köln, 2001.

66 In mid 1860s, the *idadî* grades-classes of different military schools were brought together in a common *idadî* school created in the Galatasaray Lyceum. Nevertheless, in a few years, this decision was cancelled and the *idadî* grades-classes returned back to each school. Mehmed Esad, *Mîrât-î Mühendishane...*, 123.

establishments that permitted initiative to attract talented young men. Thus, in the late 1830s, Ahmed Sırrı first attended the Military School of Engineers in an open regime, supporting himself by copying texts for other students, but as he distinguished himself with an interest in the sciences and a willingness to learn, he was soon accepted as a salaried student.⁶⁷ By the last decades of the nineteenth century, those who wished to enter the Civil Engineering School could do so without an examination if they possessed a diploma from one of the existing prestigious schools that provided education in modern sciences (the Imperial School of Civil Administration, the Galatasaray Lyceum, and the School for Orphans *Darüşşefaka*) or the equivalent (leaving the door open to those who had studied in foreign schools in the Empire or abroad). On the other hand, the graduates of public secondary schools, both civil and military, had to pass an exam and were to prepare themselves for the superior technical education in the *idadi* section.⁶⁸

The wish to recruit students with previous education of a certain level brought with the problem of willingness among such boys and their families to apply. After the Military Academy was opened in 1830s, the Military School of Engineers suffered from a relatively low prestige of the work of fortification and artillery officers in comparison to the staff officers, which limited the school's possibility to attract children of the elite families. The Naval Academy was also held in lower esteem than the Military Academy. In such cases, the graduates who reached an important post and enjoyed high status, might not wish to send their children to the same school. Thus, for the sake of the reproduction of the social status of their family, they give up on the reproduction of the link between the family and an institution. Research still has to be done on this issue in order to confirm or refute this hypothesis. What we do know is that when possibility of acquiring a *modern* education that would open door to a prosperous career multiplied by the second half of the nineteenth century, the Military School of Engineers and the Naval Academy did not enjoy a particularly attractive image with respect to future career opportunities.⁶⁹ It is quite significant that before the

67 Ahmed Sırrı, *Mühendishane-i Berr-i Hümayûn Nazırı İstihkam Feriki Saadetlü Ahmed Sırrı Paşa Hazretlerinin Sergüzeşti*, 25-27. Mentioned also by Meltem Akbaş, *Osmanlı Türkiye'sinde Modern...*, 12.

68 See art.3 of the Regulations of 1884. The Regulations are transcribed in Mehmed Esad, *Mîrât-i Mühendishane...*, 125-133.

69 A serious problem of image of the institution and of the lack of desirable career opportunities represented a major obstacle for the development of education in forestry and agriculture in the second half of the nineteenth century. Part of the first students of the Agricultural School (1847) were recruited from among the Muslim and non-Muslim students of the Academy of Medicine.

consolidation of the Civil Engineering School, men from elite Muslim families wanting to study engineering generally did so abroad. Thus for example Mehmed Refik and Yusuf Razî, two engineers who were sons from elite families and later became teachers at the Civil Engineering School, had studied at the *École des Ponts et Chaussées*.

An important shift in the prestige of engineering as a career occurred with the consolidation of the administration of public works. While the Civil Engineering School apparently had had problems in finding students in its beginnings, when it became clear that students were being smoothly integrated into the expanding civil administration of Public Works, the interest of the families to send their sons to the school increased and many students arrived from remote provinces, too.⁷⁰ Biographies of the graduates indicate that the school became an avenue of social promotion for the talented sons of middle- and lower-ranking civil servants and merchants. A few sons of high-ranking bureaucrats (such as Abdülkerim, or Kerim Erim, the son of Arif Pasha) appear at the end of the period. We may also find among the students the sons of families from the Crimea (some of the refugees) and the Balkans. Before a more detailed biographical research is done on this topic, we may only speculate that the lack of integration of their families in local clientele networks made them opt for novel ways of social promotion. Furthermore, it could also be due to the fact that engineering was more consolidated as a career and as a profession in the regions they had emigrated from.

Since the early period, two groups of students were established: those who had a right to salary and diets (room and board), and the external ones, without such right. As Ahmed Sirri's case shows, external students who stood out for their talent and effort could be accepted to the category of salaried students, too. Since the mid-

Nevertheless, the school soon failed. According to Osman Ergin, this was due to the lack of infrastructures and support, as well as due to the incapacity of the school to attract students from the countryside on one hand, and the unwillingness of young men from Istanbul to work in the country on the other. When the Ottoman authorities decided to open a school of forestry, they planned to recruit those from among the students of the Military Academy and of the Military School of Engineers who spoke French well. The aim was the students could understand the French experts to be brought to teach there. Nevertheless, the students of those two schools showed no interest in switching to a School of Forestry and future forest technicians had to be chosen from among the scribes of the Chamber of Translation of the Sublime Porte. Osman Ergin, *Türk Maarif Tarihi*, vol.1-2, Eser, Istanbul, 1977, 564-569 and 589.

⁷⁰ Uluçay and Kartekin, basing themselves on the memories of the school's graduates, maintain that while the number of students foreseen by the authorities was 100, the lack of interest among the public caused that only few young men enrolled. Authorities tried to convince people by stressing the advantages of a boarding school with full pension. Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*, 134. As school consolidated, the influx of candidates became more regular. For the region of origin of the students, see the List of Graduates, *Ibidem*, 656-670.

nineteenth century, the schools were run as boarding schools, and the students were provided with a salary, food, and clothing (an outdoor and indoor uniform in the case of the Civil Engineering School), as well as medical care, if necessary. Depending on the period and the institution, young men were accepted to follow the lectures in an “open regimen”, too. In late 1910s, the category of “students in daily regimen” was established and students could be changed from a daily to boarding regimen and vice versa according to their academic results (boarding regime being for the most successful ones). The regimen of the boarding schools was strict: the day was organized according to a schedule and the students were under close supervision. Any violation of the rules could result in punishment. The nature of the punishment derived from the military status (or military tutelage) of the centers.⁷¹ They included the cancellation of leave, prison, and public beating. It is remarkable that the opposition against these measures among the students and a part of the staff of the Civil Engineering School grew at the same time as the prestige of this school consolidated. The humiliating character of corporal punishments, as well as many other measures of discipline, became considered incompatible with the dignity of citizens in the Civil Engineering School after the Young Turk Revolution. From 1909 on, punishments consisted in measures like recording the infraction and a temporary or permanent expulsions.

Since the early period, the authorities developed several ways of motivating students, aside from their salary, the room and board and the promise of a career. The distribution of awards and medals by high-ranking dignitaries remained popular since the time of baron de Tott and until the reign of Abdülhamid II.⁷² By the end of the eighteenth century, the evaluation of students on a regular basis was introduced. There existed several kinds of exams, oral and written. By the end of the nineteenth century, the knowledge of the students was examined when they entered the school, during the learning process, when passing from one grade to another and when finishing their studies. In order to pass from one grade to another, the students had to succeed in a yearly exam. The three most successful students were rewarded, those who failed, could be expelled from the school. Students of the higher grades of the Civil Engineering School who failed twice the yearly exams had to leave the school with the diploma of

71 See the strict common regulations for the schools of military and civil engineers from 1894/5: Regulations of Attitude and Behavior of the Students of the Military, Civil and Preparatory (*idadiye*) Schools of Engineering, transcribed in Mehmed Esad, *Mîrât-i Mühendishane...*, 301-304.

72 François, baron de Tott, *Mémoires du Baron de Tott...*, 187-188.

conducteur, or auxiliary technician of public works.⁷³ As early as in the 1790s, Le Brun made the results of the exams hang in the classroom of the naval school, so the students could be motivated by comparison and competition. In the late nineteenth and early twentieth century, the graduates were listed in promotions according to the results they obtained in the final evaluation, like in France or in Spain. Moreover, these yearly promotions bore the name of the best student, which added to his success making it long-lasting.⁷⁴ In the long-run, promotions were made regular and predictable, and components of meritocratic competition were developed and strengthened. Nevertheless, some elements of arbitrariness were maintained. At the Naval Academy, the students were distributed among the three existing specialized sections by casting lots in mid 1880, and the graduates from the Civil Engineering School were appointed to their posts in the provinces through the same method at the beginning of the twentieth century.⁷⁵

As the above-mentioned measures and rules indicate, young men were to be shaped into engineers not only by the transformation of their minds, but also the regulation of their bodies. I have interpreted the stress on the recruitment of young, able-bodied men, expressed from the very beginning, with regard to the military character of the first establishments. Nevertheless, it seems that for a long time, there existed a certain dichotomy between the fitness required and the fact that corpulence, a sedentary lifestyle, and slowness were -in adult men- associated with high status and dignity. Such a reading of the male body was shattered by Mahmud II who had himself painted his beard cut short, dressed in a tight “Hungarian” style uniform displaying his slender figure: an embodiment of the values of his government, both future-oriented and

73 See art.16 of the Regulations of 1884. The Regulations are transcribed in Mehmed Esad, *Mîrât-î Mühendishane...*,125-133.

74 For Le Brun's suggestions, see *Layihâ* of Little Hüseyin Pasha, BOA, MD. 8882, 120-122. (dated to 3rd February 1797). For the promotions in the School of Civil Engineering, see Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*,153.

75 Starcke criticized this practice in his report especially with regard to mechanical engineers and shipbuilders. He found “astonishing that the students of the highest grade of the Preparatory School (the *idadî* section – note of DM) were obliged to cast lots at the end of year, in order to decide who from among them would have to study in the section of *mécaniciens* or that of shipbuilders.” Not only he found it a practice “against personal liberty”, but he also suggested that it damaged the interests of the government, as the lack of inclinations and sympathies for one or another career could seriously hinder their performance, especially in the areas when scientific knowledge is decisive. In his opinion, “students should be chosen according to their inclination and their capacities in the diverse sciences of this branch, and in principle, among those who wish to pursue this career.” M.Starcke, *Rapport sur l'Ecole de la Marine Impériale de Halki (avec trois annexes)*, Constantinople, BOA, Y.PRK-ASK, 25/34, 9th of February 1885. As for casting lots as a way of territorial distribution of the graduates, see Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*,154.

willing to recover military glories of the dynamic past of conquest and expansion. Youth and agility gradually became associated with the new hegemonic masculinity, but this change was far from smooth and immediate. In the late 1840s, MacFarlane remarked on the fatness of Derviş Mehmed Pasha, a graduate of the Military School of Engineers who had also studied in Great Britain, a renowned scientist, in those years working at the Military Academy. MacFarlane claimed that obesity characterized high-ranking Ottoman dignitaries. MacFarlane also remarked on the sedentary habits of the students of the military schools. Judging from photographic material, Ottoman military and bureaucratic elites interiorized the new image of modern hegemonic masculinity by the last third of the nineteenth century. Moreover, open-air physical exercise constituted a part of training of the cadets and officers. Gymnastics was introduced into the curricula of the Civil Engineering School, as well. An agile, militarized image of the future civil servants was enhanced by the use of tight-fitting uniforms. Among the urban lower classes, however, the previous view seems to have prevailed for much longer. In 1885, a German naval expert Starcke pointed out to the poor, shabby shape of the students of the Naval Academy, recruited mostly among the sons of poorer families, and recommended both open-air exercise and tighter uniforms in order to discipline the bodies of the cadets.⁷⁶

The authorities developed different tools and practices to ensure the loyalty of the students. Throughout the period analyzed here, the authorities in charge, like the Grand Admiral or the Minister of Public Works, or even the sovereign himself occasionally visited the schools or attended open-air exercises performed by the students. Food played an important symbolic role in creating and maintaining bonds of loyalty and these bonds were renewed on regular basis. The staff and students of the Naval *Mühendishane*, for example, received their supper from the kitchen of the Grand Admiral in the late eighteenth century, while the students of the superior military schools (including the Civil Engineering School under military tutelage) were invited for the special fast-breaking diner (*iftar*) to the Palace during the Ramadan holidays in the late nineteenth and early twentieth century.⁷⁷ During Abdülhamid's rule, the students of the Civil Engineering School took part in a ceremony of taking food from their school's kitchen to the Palace, where they were photographed and rewarded with a

⁷⁶ M. Starcke, *Rapport sur l'Ecole de la Marine Impériale de Halki (avec trois annexes)*, Constantinople, BOA, Y.PRK-ASK, 25/34, 9th of February 1885.

⁷⁷ See the memories of Osman Tevfik (Taylan), included in Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*, 575-588.

golden coin.⁷⁸ The isolation of the students from their families and their confinement in a boarding school, as well as the prohibition of marriage during the studies, represented an act of severing their bonds with their communities of origin and linking them instead to the state (*devlet*) embodied by the sultan.

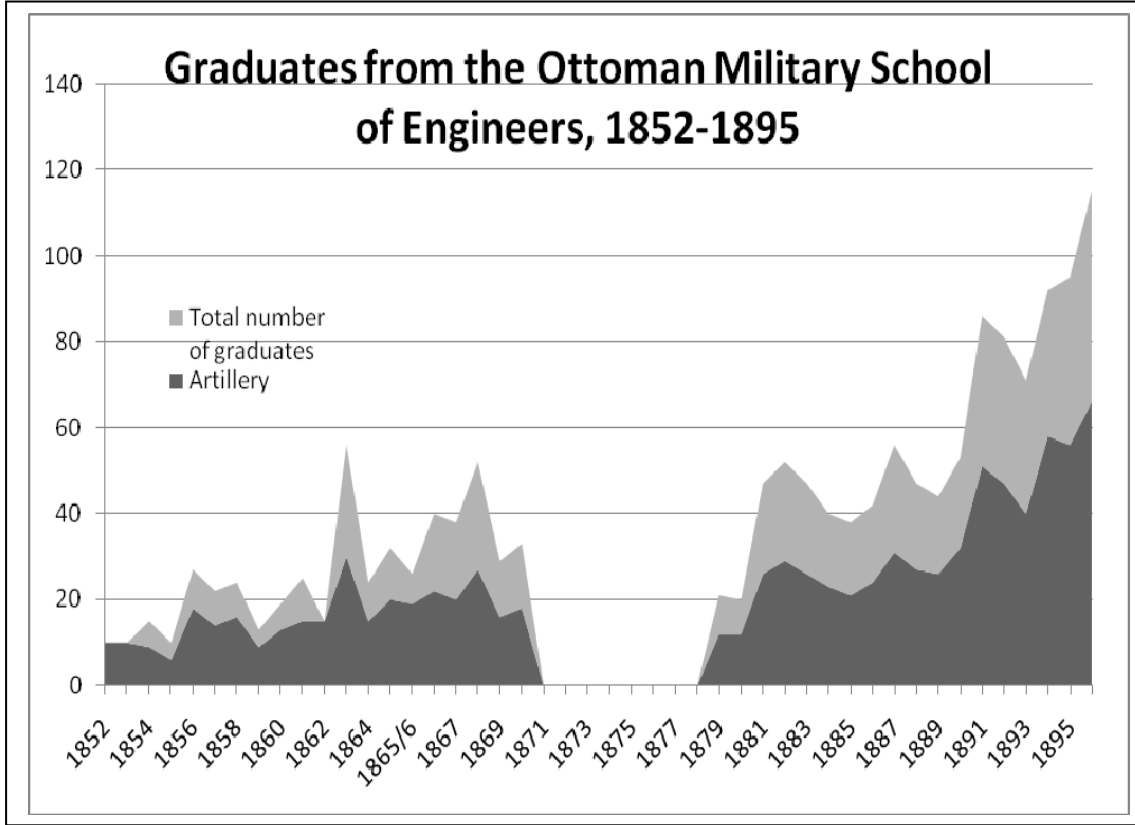
The functioning of the Civil Engineering School during the rule of Abdülhamid II (ruled 1876-1909) reveals a particular combination of traditional ways of imposing authority and creating personal bonds of loyalty with modern methods of disciplining. The above-mentioned procedures reveal that great importance was attributed to the creation and maintenance of a symbolical bond with the ruler. Moreover, physical punishments, as well as daily formations ended with a “Long Live the Sultan!” typical for the army and for the institutions of education, as well as collective prayers in the school's mosque, coexisted with methods of sophisticated disciplining of students' bodies and minds, like gymnastics or classes on religion and Ottoman history, focused on emphasizing the achievements of the ruling dynasty. According to the testimonies, the attempts of Abdülhamid's regime at the thought-control of the men who served or were to serve the state discussed in the chapter *Engineers and Political Change* are identifiable in the functioning of the engineering schools, too. For example, students' readings were strictly controlled and their exposure to the news and to the cultural and intellectual life of the capital was limited (Osman Tevfik maintains he was punished for going to the theater on a holiday).⁷⁹ The strictness of the measures, including the limits set on the accessibility of textbooks and books on technical and scientific subjects from the school's library might certainly have had a negative impact on the circulation of knowledge and its interiorization by the students. It is noteworthy that after the Young Turk Revolution, the students of the School of Civil Engineering brought up the possibility of abolishing the regimen of boarding school which they perceived as oppressive. The authorities of the Second Constitutional Era did not renounce all the restrictive measures: while the Ministry tried to maintain many of the strict military-style rules once the Civil Engineering School became a fully civilian establishment, people like the director Mehmed Refik experimented with a sophisticated combination of control and autonomy (or self-government) for the

78 While some speculated that photographing took place in order to register and control the students (according to Hulki Erem, *ibidem*, 588-595), others, as Osman Tevfik affirmed with humor, indulged in dreams about being found handsome on the photograph and asked to marriage for one of sultan's daughters. *Ibidem*, 582.

79 *Ibidem*, 581.

students, particular for the superior education of the civilian bureaucratic elite in many European countries.⁸⁰

Figure 2



Source: Mehmed Esad, *Mîrât-i Mühendishane-i Berrî-i Hümayûn...*⁸¹

Engineering schools produced hundreds of graduates during the long nineteenth century. We have only limited data for the early period, but Mehmed Esad gathered valuable information on the graduates of the Military School of Engineers during the second half of the nineteenth century, while Uluçay and Kartekin elaborated a list of promotions of the Civil Engineering School that covers the period analyzed here.

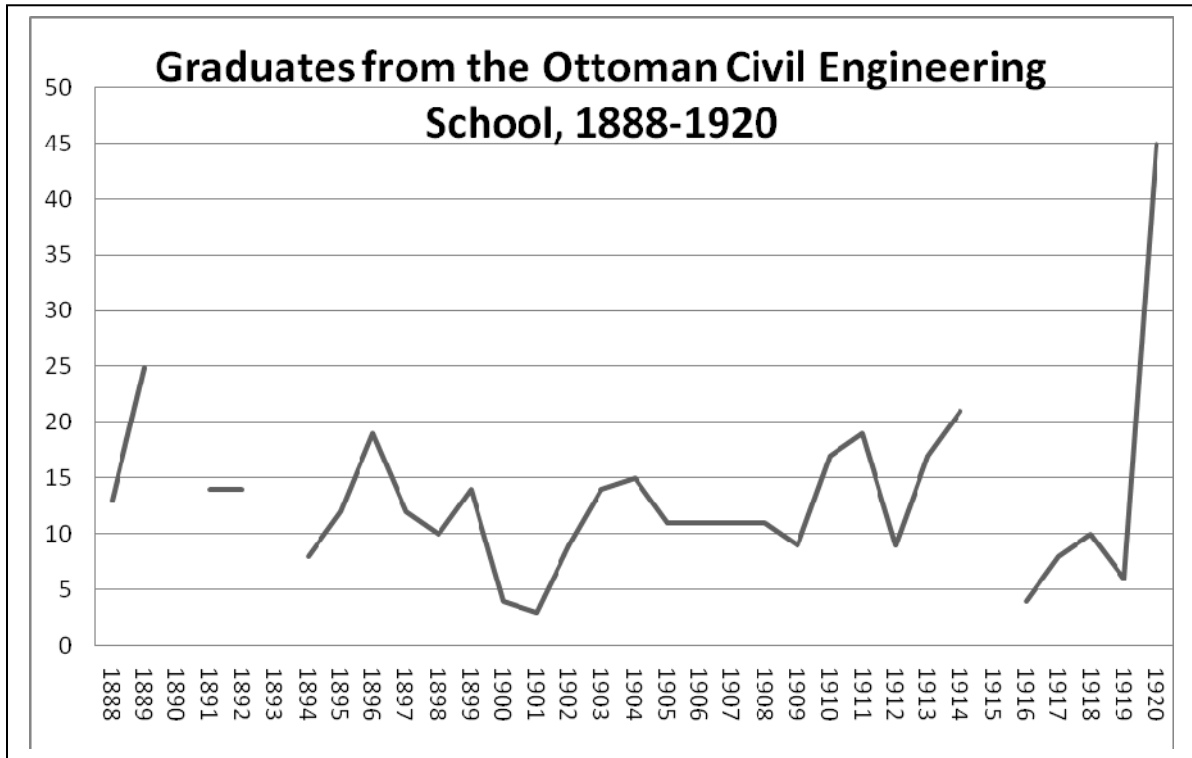
The Civil Engineering School/Superior School of Engineers produced 395 engineers between 1888 when the first promotion graduated, to 1920. If we disregard the disruptions caused by adding or eliminating years-grades from the curriculum, as well as by the Great War, we may observe that, in general, the number of graduates

⁸⁰ Including more lectures on what could be defined as general culture to the curriculum, promoting students' association and cultural life.

⁸¹ The gap represents the years when the school was moved to the Military Academy and therefore the students graduated from that institution. As we may note, the great majority of the graduates were artillerymen. The remaining graduates fall to different categories that changed throughout the years: fortification officers, *mühendis* (probably the future teachers), staff officers and draftsmen.

remained relatively stable, between 10 and 20 per year.

Figure 3



Source: Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*⁸²

The students who graduated from the schools of engineering were expected to work for the government. Military schools (the Military School of Engineers, the Naval Academy) provided specialized officers whose prestige remained relatively low in comparison to the diploma-holding staff officers from the Military Academy. The authorities strove to enhance the status of the graduates of the Civil Engineering School who were to work in the Public Works administration, granting them a higher rank and providing them with benefits (they were, for example, free from military service). These *engineers of third category* were appointed to their posts by a casting of lots at a ceremony in the Ministry of Public Works. Most of the graduates occupied the post of assistant of the engineer-in-chief of a province, while a few were employed in the administration of the railways. If they worked satisfactorily, after two years of practice they obtained the rank of engineers of second category. After two more years, they

⁸² The graph is elaborated according to the List of Graduates provided by Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*, 657-672. I have chosen to provide the numbers of graduates for the years 1915-1920, too, as they are obviously affected by the trends from before the Great War, as well as by the War itself. There are no graduates in 1915 due to the fact that students were enlisted in the Army. Those who had to interrupt their studies during the War could graduate in 1920 which explains the high number of graduates that year.

could be promoted to the rank of engineers of first category and appointed to posts of engineer-in-chief, or as heads of provincial directions of Railroads, Roads and Bridges or Public Works, as well as inspectors.⁸³ Due to the lack of qualified local engineers, the possibilities for them of a fast promotion were rather high.

3. Other Paths to Expertise

Until this point, the chapter has focused mainly on the engineering education promoted by the Ottoman government. For the reasons explained above, this work leaves aside the institutions of technical education in those parts of the Ottoman Empire that enjoyed high degree of self-government. There were, nevertheless, several other ways of becoming recognized as engineer in the Ottoman Empire. Men of practice were employed as engineers by local administration, as well as by the central government and institutions of the provincial administration that depended on it. Furthermore, they worked for private companies, too. In order to illustrate the ways these men acquired expert knowledge, we may look at a case studied by May Davie.⁸⁴ Manouk Avedissian, an Ottoman Armenian from Beirut, also known as Beshara Efendi the Engineer, became the engineer-in-chief (*sermühendis*) of the provinces of Syria and Beirut and the author of major urban reform of the city of Beirut during the last third of the nineteenth century. As Davie has found out, Beshara had acquired his knowledge and skills through self-education, as well as by working as an assistant of the engineer who built the road from Beirut to Damascus in the late 1850s and early 1860s. During the Tanzimat (1839-1876) and the reign of Abdülhamid II (1876-1909), learning by working with experienced foreign and local engineers was a common way for Ottoman technicians to acquire expertise. Thus, for example, the engineers who worked for the Municipality of Istanbul provided training to junior clerks, so the former could later be replaced by the latter.⁸⁵

The patterns of Beshara's promotion were typical, too. The capacity he displayed as an assistant-of-engineer caught the eye of the Ottoman statesman Fuad Pasha (died 1869) who was inspecting the construction of the above-mentioned road.

83 Art.17 of the Regulations of 1884. The Regulations are transcribed in Mehmed Esad, *Mîrât-i Mühendishane...*, 125-133.

84 May Davie, "Manouk Avédissian, alias Béchara..."

85 The Law of Istanbul Municipality from 1877 foresaw the creation of a House of Geometry (*Hendesehane*) to cover the needs of the municipal administration. On the Ottoman and foreign engineers working for the Municipality of the capital, in particular in the administration of buildings (*ebniye*), see Osman Nuri, *Mecelle-i Umur-i Belediye*, vol.1, 1018-1031.

Fuad appointed Beshara as engineer in another project, that of a road from Trabzon to Erzurum. This step in his career later permitted Beshara to get back to his hometown in a high-ranking post of engineer-in-chief.⁸⁶ This element of personal intervention in the promotion, frequent until the beginning of the twentieth century, was nevertheless being challenged and was complemented by other practices in the second half of the century. It is highly symptomatic that sons and sons-in-law of many men who had learned through practice and risen thanks to the intervention of a patron or a powerful man acting like a *deus ex machina*, became engineers by means of graduating from the schools in the Empire or abroad, before they were appointed to a post.⁸⁷ The clientele system of promotion based on the patron-protégé relationship did not disappear with the introduction of more standardized methods, but a new element of acquiring and maintaining recognition and legitimacy was added, that of specialized formal education. Certified knowledge became a pillar of legitimacy for the professional elites in their formation by the late nineteenth century. It contributed to the structure of the relationship these emerging socio-professional groups had with the state, as well as with public opinion, providing them with more autonomy and with new grounds for their demands.

By the beginning of the twentieth century, it became common for the central administration to demand credentials of expertise in general and diplomas from engineering schools in particular. This trend affected foreign experts, too.⁸⁸ Growing emphasis on formal superior education notwithstanding, even those engineers who held state-sanctioned credentials -that is, a diploma from an Ottoman or foreign engineering school- were still ready to recognize experienced men without formal degree in engineering as their colleagues and peers. Even after the Young Turk Revolution when the question of qualifications arose in connection with the debate on national

86 May Davie, "Manouk Avédissian, alias Béchara...", 227.

87 This was the case of Beshara Efendi and his son-in-law, an Ottoman Greek Catholic Youssif Aftimos who studied at the Syrian Protestant College in Beirut and then graduated in engineering studies from the Union College in New York, USA (in 1891). <http://www.alba.edu/AR/AFTIMUS/02afe.html> Guboglu mentions another variation of such pattern: A Macedonian man called Vanghele worked as a clerk for John Trevor-Barkley, a British railway company that operated in the Balkans during the second half of the 19th century. His son Mişicu Vanghele studied at the Galatasaray Lyceum and in Grenoble, becoming a "railroad engineer." Mihail P. Guboglu, "Osmanlı İmparatorluğu'nda Karadeniz ...", 235. For an interesting analysis of the role of certified technoscientific knowledge in the dynamics of redefinition of elites in 19th century Egypt, see Anne Kazazian, "Meguerditch Margossof (Trieste...)."

88 A case from 1917 is an example of the Ottoman authorities' concern for credentials. An Italian citizen Italo Fazanotti applied for the post of engineer in the Istanbul Municipality. As his diploma was only of second class, he was only allowed to apply for the post of assistant-of-engineer. *BOA*, DH.UMVM, file 71, sheet 39, 10th of February 1917.

exclusivity, the professional association Society of Ottoman Engineers and Architects (*Osmanlı mühendis ve mimar cemiyeti*) limited the right to membership to Ottoman citizens, but not to diploma-holding engineers.⁸⁹ The acknowledgement of qualification acquired through engineering practice characterized the regulations of the cosmopolite *Association des architectes et ingénieurs en Turquie* as well.⁹⁰

Learning in the framework of a master-apprentice relationship complemented with self-education was not the only option for men interested in engineering and/or technoscience aside from the state-run schools of engineering. Many Ottoman engineers acquired their expertise studying abroad. As it has been discussed above, talented men were sent to study abroad by their patrons and by the Ottoman government since 1830. The concern of the Ottoman government for technological transfer and military training prevailed during the reign of Mahmud II (1808-1839) and Tanzimat (1839-1876): a great part of those who were part of the first groups of students sent abroad were actually chosen among the students and graduates of the Military School of Engineers and of the Military Academy.⁹¹ Besides schools providing superior education, students were sent to lower-level technical schools and specialized workshops, too. Different branches of engineering and other technical and scientific disciplines (telegraph, chemistry, aviation), together with military training, were high on the list until the demise of the Empire after the Great War. Nevertheless, since the end of the Crimean War (1856), new disciplines were added to those of technical and military application. These were related to the expansion of the state intervention (medicine, agriculture, pedagogy) and to the westernization of the Ottoman administration (law, political science).⁹²

The candidates for scholarship were chosen among the students and the graduates of state-run superior schools (including the Military School of Engineers and

89 The point 3 of the article 4 of the Society of Ottoman Engineers and Architects states that “those who are not in possession of a diploma should have gained acknowledgement and shown capacity *de facto* in engineering or architecture.” See “Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Nizamname-i Umumîsi”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 1 (1909), 6.

90 The article 4 of its “Statuts” states that those who work as engineers or architects, but do not possess a diploma, could become members “exceptionally”, if they “can prove a laborious past, their technical knowledge and perfect morals.” See “Association des Architectes et Ingénieurs en Turquie. Statuts”, *Génie civil ottoman*, 4 (3, 1914), 45-48.

91 Feza Günergun, “Trained in Europe to serve the State...”; Hamiyet Sezer, “Tanzimat döneminde Avrupa şehirlerine gönderilen öğrenciler”, in H. Y. Nuhoğlu (ed.), *Osmanlı Dünyasında Bilim ve Eğitim...*, 687-711.

92 Feza Günergun, “Trained in Europe to serve the State...”, Adnan Şişman, *Tanzimat döneminde Fransa'ya gönderilen Osmanlı Öğrencileri (1839-1876)*, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara, 2004 and “Yurt Dışında Tahsil Yapan Burslu Ermeni Asıllı Öğrencileri”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4 (2, 2002), 1-30; Klaus Kreiser, “Étudiants Ottomans en France et en...”,

the Military Academy), but also among young government officials, clerks and apprentices who had shown special talent and interest. Foreign experts employed by the Ottoman state often had a say in the selection.⁹³ Furthermore, when practice-oriented technical schools were opened in the Ottoman Empire, some of the pupils were sent to European lower-level technical schools (a few of them actually became machine specialists or, what would in the English-speaking countries be recognized as *mechanical engineers*). Since the Tanzimat, non-Muslims were included among the students sponsored by the government. According to the data from the study by Adnan Şişman on Ottoman Armenian students sponsored by the Ottoman government, Armenians were prominent among the students of medicine, as well as of technical instruction of non-military industrial character. The latter included superior studies (*École Centrale des Arts et Manufactures*), lower-level technical schools and apprenticeship in specialized workshops.⁹⁴

After the Crimean War, the Ottoman government opened a preparatory school called the Ottoman School (*Mekteb-i Osmânî*, 1857-1864) in Paris to supervise the adaptation of the Ottoman scholarship-holders and provide them introductory education before they started their studies at French or Belgian schools. In this respect, the Ottoman authorities once again followed the example of the Egyptian rulers and of the Egyptian School (1826-1835) in the French capital. Moreover, non-Muslim Ottoman students could also attend community schools abroad, as was the *École Arménienne de Saint-Samuel Moorat* in Paris, that coordinated their activity with the Ottoman authorities. As for the Ottoman School in Paris, according to Adnan Şişman, in 1870s the Ottoman authorities were not satisfied with the results of this investment. It seems that the authorities were convinced that many students merely achieved a cultural polish instead of deep specialized knowledge.⁹⁵ Therefore, they decided to focus on the creation and improvement of secondary schools in the Empire instead, so students could be sent abroad with sufficient knowledge of languages and other subjects and thus benefit better from specialized education. During Abdülhamid's autocracy (1878-1908), the twofold policy of improving Ottoman institutions of education (including the opening of the Civil Engineering School in 1883 and the final consolidation of *Dârülfünûn*, the first Ottoman university, in 1900) and sending students abroad not only

93 An example of such practice, the case of Émile Lacoine and Salih Zeki is analyzed in the chapter *Engineers and Political Change*, footnote 227.

94 Adnan Şişman, "Yurt Dışında Tahsil Yapan..."

95 Adnan Şişman, "Mekteb-i Osmânî (1857-1864)", *Osmanlı Araştırmaları*, 4 (1984), 83-160.

continued, but intensified. The first two decades of the twentieth century were particularly remarkable in this respect. A new impulse was given to technoscientific transfer, young Ottoman men being sent to study new technologies developed in the framework of the second industrial revolution. Furthermore, the rapprochement between the Ottoman Empire and Germany during Abdülhamid's rule and the Second Constitutional Era included cooperation in the field of technoscientific and military education, which took form both of the presence of German instructors in the Ottoman Empire and of the stays of Ottoman *stagiaires* in Germany.

Mediation of the authorities was not the only way for the Ottomans to study abroad. Well-off families also financed the studies of their younger members in Europe (and later also in the USA). Non-Muslims led the way, but in Muslim families followed, especially since the second half of the nineteenth century. Occasionally, a man who made his career as a government official or established himself as a successful professional financed his brother's, son's or nephew's studies abroad, and thus contributed to consolidate the status of the family by adapting to new demands (knowledge of European languages, formal education, etc.).⁹⁶ France, Belgium, Austria and Great Britain were among the favorite destinations, later followed by Germany and Switzerland.⁹⁷ While for many, studies in Europe represented a way of acculturation rather than of acquiring a full-blown professional education (and this could be enough to open the door to a career in the bureaucracy), others actually graduated from prestigious institutions of education or even acquired a doctorate. Engineering represented a significant choice: to opt for engineering generally meant willingness to work for the Ottoman central government or for local administration. Private sector offered only few opportunities for engineers that were attractive enough for men of elite whose families could pay their studies abroad, especially before the 1880s. Foreign companies that operated in the Ottoman Empire preferred to import technicians or, at maximum, to hire Ottoman non-Muslims for mid-ranking posts. This made engineering

96 Documents studied by Şişman show that such practice existed among the Armenians from the Ottoman capital: Adnan Şişman, "Yurt Dışında Tahsil Yapan...", 7. Anne Kazazian analyzes a different case: there an influential man, an Ottoman Armenian from Smyrna and the future first Prime Minister of Egypt Nubar Pasha, does not finance the studies of his relatives, but gets them included into the students' missions organized and financed by Egyptian authorities. Anne Kazazian, "Meguerditch Margossof (Trieste...)."

97 Unfortunately, little research has been done on the Ottoman subjects studying in Italian institutions, although there are some hints suggesting that they might have been popular among the Ottoman non-Muslims in the early period. A research in the archives of Italian institutions of superior education would be extremely enlightening. Belgium as a popular destination of Ottoman students in the second half of the 19th and the beginning of the 20th century also merits a systematic research.

different from, say, medicine and apparently less prestigious among certain non-Muslim elite families.⁹⁸ Nevertheless, for those who aspired to a career in bureaucracy, the possibility to study engineering abroad substantially broadened the space for negotiation. The Ottoman administration was in a permanent need of able men with technoscientific knowledge. Therefore, the option of self-financed engineering studies abroad offered 1) the possibility to shape the profile of future Ottoman bureaucrats (as there was no right of exclusive access for the graduates of local schools) 2) a new space for reproduction of an elite connected to the service to the state, but partially out of its control.

Sent by the Ottoman government, by a patron or/and a relative, the Ottoman students abroad were very active in political parties, as well as in associations of different kinds, especially in the end of the nineteenth and the beginning of the twentieth century. From the data provided by Hans-Lukas Kieser on the Turkish diaspora in Lausanne just before the World War I, we may note that students of natural sciences and technical disciplines were heavily represented among the members of a Turkish nationalist association Turkish Foyer (*Türk Yurdu*). Hans-Lukas Kieser actually maintains that a positivist faith in natural laws and scientific truths, as well as their “image of Europe: of European power, know-how and *weltanschauung*”, represented a fundamental contribution of the Ottoman élite diaspora to the adoption by Turkish nationalists of a right-wing paradigm of modernization.⁹⁹ This buoyant activity of the Ottoman students abroad did not go unnoticed. As Klaus Kreiser pointed, not only were the students monitored by agents of the Ottoman government, but also by the local authorities that occasionally attempted not only to control, but also to shape their activity.¹⁰⁰

From the last years of the Tanzimat on, there existed a debate -analyzed by Klaus Kreiser- on the advantages and disadvantages of studying abroad that expanded beyond the borders of the Ottoman administration to finally become truly public after the outburst of the Young Turk Revolution. The Ottoman authorities had for long been concerned about the efficiency of different policies aiming at transmission of knowledge. Some of the concerns were highly pragmatic: was it cheaper to send students abroad or bring foreign professors in? Were the professors willing to come

98 See Maria Georgiadou, “Expert knowledge between tradition...”

99 Hans-Lukas Kieser, “Turkey’s élite diaspora in Switzerland...”, 372.

100 Klaus Kreiser, “Étudiants Ottomans en France et en...”, 847.

sufficiently qualified? Would it be better to prepare students for the superior education abroad in the Ottoman Empire or abroad? What are the advantages and perils of allowing foreign institutions of education establish themselves in the Ottoman Empire? Furthermore, concerns about preserving students' morality and shielding them from “contamination” with subversive ideas were also in play. After the Young Turk Revolution, national institutions seemed as a must to many, including the Minister of Public Works Bedros Halladjian and other supporters of a reform and an enlargement of the Civil Engineering School.¹⁰¹ For them the question was not whether the young Ottoman elites should receive education abroad or in the Ottoman Empire, but rather how to reform education in the Empire to make it efficient. However, such conviction did not exclude studies abroad, but saw them as an (indispensable) complement. Others doubted about the possibility in medium-run of the Ottoman institutions to efficiently transmit modern knowledge and defended massive student missions to Europe. As Klaus Krieser concludes regarding Ottoman education policies in general, and I believe the field of engineering education confirms, an eclectic, complementary approach was applied in practice. Ottoman and foreign elementary and secondary schools provided education to young men and women in the Ottoman territory, students were sent abroad and foreign professors were brought in to teach at Ottoman institutions, including the Civil Engineering School.¹⁰² Since it began in 1830s, the practice of studying engineering abroad has not disappeared, though its features, meaning and context, as well as expectations connected to it, evolved and transformed substantially.

Besides the narrow purpose of the transmission of technical and scientific knowledge, studies abroad represented a way of getting known different institutions at work, and served as a source of inspiration for all kinds of socio-professional practice. Thus, Kemalettin Bey, architect, teacher at the Civil Engineering School and one of the most active founding members of both Ottoman professional associations of engineers and architects, had become acquainted with professional associations during his studies in Germany.¹⁰³ Mehmed Refik (who had studied in Switzerland and Belgium) planned

101İlhan Tekeli and Selim İlkin, “1908 tarihli 'Umur-i Nafia Programı...”, 551, footnote 27.

102Klaus Kreiser, “Deutsche Professoren am Istanbuler Dârülfünûn (1915-1918)”, *XXIII. Deutscher Orientalistentag vom 16. bis 20. September 1985 in Würzburg. Zeitschrift der Deutsche Morgenländischen Gesellschaft*, Suppl.7 (1989), 211-218 and “Étudiants Ottomans en France et en...”, 845. As for the professors brought to teach at the Civil Engineering School, see for example *BOA*, İ.TNF, file 23, sheet 1330 B-1, 14th of July 1912 (extension of the contract of Belgian teacher Dickman). See also footnote n.48 on Forchheimer and Terzaghi.

103He was sent to Germany while he was a member of teaching staff of the Civil Engineering School, see *BOA*, Y.MTV, file 185, sheet 51, 26th of February 1899.

to offer the readers of the *Journal of the Society of Ottoman Engineers and Architects* a series of articles on the schools of engineering in different Western countries. He chose to start with German schools, as their excellence, in his opinion, contributed to the great progress of Germany in the last years, and that they became a model for imitation even for the English.¹⁰⁴ It is clear that the future director of the Civil Engineering School was convinced that the example of foreign institutions might be inspiring for the reformers of the Ottoman schools, too.

The period analyzed in this work stands out for the plurality of the ways of becoming an engineer: formal technoscientific education was provided at the schools founded and run by the Ottoman authorities (and the local governments of some highly autonomous territories formally belonging to the Empire). Moreover, Ottoman Muslims and non-Muslims had the possibility to study engineering and related disciplines abroad, either paid for by the Ottoman government or supported by a rich patron or by their relatives. Since the reign of Mahmud II, Ottoman authorities showed preference for technoscientific disciplines when financing studies abroad for talented young men. New branches of engineering such as electricity or aviation were studied by the Ottoman students abroad soon after they were established as subjects of study in the West. Nevertheless, there also existed the possibility of becoming an engineer through a master-apprentice system of knowledge-transmission. Engineers who gained their expertise through work and self-education continued to be recognized as such until the very end of the period, in spite of the unquestionable increase in credentialism, that is, of acquiring recognition and legitimacy through formal education.

¹⁰⁴Mehmed Refik, “Mühendis Mektepleri”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 4 (1910), 76-78.

Part I: Engineers in the Ottoman Empire

Chapter 7: Identities and Discourse

In my third chapter, *Identities and Discourse*, I consider Ottoman engineers from the perspective of cultural history. The first subchapter *Identities in Motion* examines the transformations of the category of *mühendis* (geometer, engineer). It analyzes its multiple meanings, as well as its changing potential as a basis for a collective identity. In an attempt to examine the configuration and evolution of an expert and/or professional identity(ies) of engineer in the late Ottoman Empire, I have encountered several methodological issues that need to be addressed. First, there exists an obvious tension inherent to historical writing between construing a narrative of evolution (or tracing roots), on one hand, and interpreting every specific configuration on its own, on the other. This point is particularly relevant for the present work, as long-term developments are examined here: the fact that we may identify a well-defined professional identity of engineer in the later times could tempt us to interpret all the previous configurations not on their own, but rather as necessary steps towards this “final” state. The awareness of the pitfalls of such approach shall help us balance the dynamic and the static aspects of analysis. Second, the question arises, relevant to this work as a whole, of the criteria to be applied in determining the limits of our analysis. What weight shall we attribute to *emic* and *etic* criteria? In what depth shall we deal with the different categories, identitarian or not, preceding the one of engineer or parallel to it?

Taking to consideration all these methodological issues, I have opted for an open, eclectic approach. I use both “internal” and “external” criteria of classification. On one hand, I examine when and why men defined themselves as engineers and what implications it had. On the other hand, I analyze how people who were in some stance of their life related to the different institutions tied with engineering and public works, identified and defined themselves. This twofold approach allows me to offer some hypotheses for what appears to be a particularly difficult configuration of *engineer* as a strong collective identity in the Ottoman Empire and for a predominance of alternative or broader self-representations and/or feelings of belonging.

Among other ways, I have found useful to access the issue through language. I have examined the different meanings of the word of *mühendis*, focusing on how the contents of this category shifted. In the opposite way, I have examined the

meaning of other words that defined men who carried out technical tasks and/or were linked to techno-scientific institutions. For both purposes, contemporary translations to Latin, French, Italian and English of relevant Ottoman words proved helpful. I have also tried to determine the foreign impact on the configuration of a category of engineer in the Ottoman Empire, taking to consideration the circulation of knowledge (the imitation, appropriation and hybridization of imported categories and notions), the presence of foreigners who identified themselves as engineers, as well as their active intervention in shaping the Ottoman engineering. In this task, plurality and fluidity of engineering traditions and related identities in different times and in different European countries shall be taken into consideration, too. Besides the access through language, I have also analyzed the definition of the field of expertise, including explicit aims of those who created and transformed the institutions that helped stabilize a particular socio-professional profile. Based on the above-mentioned analyses, the chapter intends to spot the different ways of representation and self-representation, competing and coexisting, of the men who were in one way or another related to the category of engineer or to other relevant categories. I must acknowledge that in this endeavor, I have been heavily limited by the lack of suitable primary sources, as well as by the rudimentary state of research on this topic.

The chapter proceeds to the analysis of discourse in a section called *Tools of Reform, Voices of Science: an analysis of discourse*. The question whether we may speak of an expert/professional discourse, taking to consideration the lack of definition of a collective identity of engineer is being extensively dealt with, and so are the limits imposed on the analysis by the (lack of) sources. It is actually the very relation between the two which is examined: when and how did the engineers actually become a socio-professional group and/or started to imagine themselves as a community? Does the lack of sources indicate the absence of an imagined community of engineers? As some hints appear to indicate, such assumption might be far too brusque: the emergence of a complex, articulate professional discourse of Ottoman engineers immediately after the Young Turk Revolution invites us to consider that its configuration had taken place in the previous years in a surreptitious and elusive manner, particularly within the recently-created institutions like the Civil Engineering School and the Ministry of Public Works. In general, while trying hard to spot the voices of the engineers in the choir of the bearers of new-style knowledge and expertise, the analysis necessarily encompasses a broader discourse than an expert or a professional one. Principal

discursive patterns are outlined, occasionally accompanied by examples of diversity and by case studies. Furthermore, the practice is subject of interpretation *as discourse* in an attempt to overcome the silence of other sources.

1. Identities in Motion

The (Ottoman) Turkish term of Arabic origin *mühendis* -that nowadays refers to an engineer- hides a complex history of relation with science, war and transformation of the territory. In Meninski's dictionary from 1680, *mühendis* appears defined as "Geometra, qui fodiendos dimetitur dirigitque subterraneos aquae ductus aliave opera."¹ The word *hendese* clearly referred to the science of geometry (or mathematics, in a broader sense), and grammatically, a *mühendis* is a man who practices geometry and measurements in general. The above-mentioned definition which links him to hydraulic works points to interesting parallelisms with the European continent where eighteenth-century civil engineering appears closely related to hydraulics, too. We also find the title of *mühendis* attached to the name of converts who were employed at the land warfare and were considered in possession of theoretical and practical technical knowledge. These men were experts in artillery, worked in the imperial factories that produced war material, and/or carried out scientific experiments. As far as available data indicate, teachers proceeding from the *madrasah* tradition were rarely referred to as *mühendis* if not in relation to their post in the military scientific establishments.² These findings might be interpreted in several ways: was it 1) the employment at the service of the sultan, 2) the connection of theory and practice, or 3)

¹ Franciscus à Mesgnien Meninski, *Thesaurus Linguarum Orientalium Turcicae, Arabicae, Persicae*, vol. 3, Tıpkı basım-Simurg yayınları, İstanbul, 2000, 5060. (first published in Vienna in 1680). The definition can be translated as "Geometer who measures and directs the conduct of water in subterranean excavations and other labors."

² 1) Selim the Engineer was a convert who served in 1730s-1740s as a military architect-in-chief (*cenk mimarbaşı*), as an officer of the corps of salaried bombardiers and as a teacher of the theory and practice of cartridge making. Another little known figure is the Mehmed the Convert Engineer, originally a Prussian officer who was known for his skills in artillery and whose vast library including European works became part of the library of the school founded in the Imperial Shipyard. An English covert Selim Agha the Engineer worked in military industry during the rule of Selim III. He is known for a demonstration he made of the flight of a balloon. 2) Mehmed Said Efendi, an *âlim* (singular of *ulemâ*) known for treatises on astronomy and mathematics, as well as instruments related to the artillery, was defined as teacher-engineer/geometer (*hoca-i mühendis*). For Selim the Engineer and on Mehmed Said Efendi, see Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*, 26-28. 3) I did not find the label *mühendis* attached to the name of any of these captains in the eighteenth century. Nevertheless, the school or seminar linked to the Imperial Shipyard was known as *Mühendishane*, or House of Geometers/Engineers since the beginning of the 1780s. It is the foreign military experts (Lafitte-Clavé, Monnier, Le Brun, Kauffer) who are most systematically referred to as *mühendis* in the eighteenth-century Ottoman documents.

the military practice/status of a geometer which played determining role in one's definition as *mühendis* in the period before the 1770s? Unfortunately, the answer to this question lies out of the scope of this work, as it would require a detailed research on the men who performed different kind of technical tasks at the service of the sultan, in the construction of imperial buildings, in the factories on war material, in the artillery, at the fortification and in the Navy, in particular.³

By the second half of the eighteenth century, we find the figure of *mühendis* linked to the attempts to introduce new-style technical-scientific knowledge to the Ottoman military forces. The model of organization in a *chamber* or a *house of geometry* (*hendese odası*, *hendesehane*), known since the 1780s also as a *house of geometers* (*mühendishane*) appears as dominant. An analysis of its organization is extremely revealing in terms of the profile of men related to it. I would be reluctant to define a *house of geometry* automatically as a school of engineers. The profile of both the staff and the students of these institutions, as well as the aims of the establishment itself are, in my opinion, too heterogeneous to permit such simple translation. In the following paragraphs, I will try to outline and interpret this highly complex panorama.

Bonneval and Tott, the experts of European origin that played an important role in these first projects of technical training in the framework of the Ottoman artillery, did indeed refer to the formation of *ingénieurs*, France being the point of

3 In order to better interpret the changes that took place in the late eighteenth century, research still has to be done on the technology and science in the Ottoman Navy, land armies and bureaucracy before this period. It would be particularly useful to count on a detailed study of the sovereign's architects, and of the production and transmission of scientific knowledge within the Ottoman Navy. For the time-being, we can only interpret the developments in the late eighteenth century in the light of their immediate past. Tott speaks of a *Corps of Mathématiciens* "created by Soliman". Tott's statement does not seem particularly trustworthy. If Tott referred to the sultan Süleyman the Lawgiver (known in the Christian world as Soliman the Magnificent, ruled 1520-1566), then it is highly surprising that during my research I could not find any other reference to such long-lasting corps of mathematicians either in primary or in secondary sources. A possibility exists that Tott refers to the *géomètres* who survived from the days of Ahmed Bonneval Pasha or his adopted son, whose name was precisely also Süleyman. These men would be related to the Corps of Bombardiers. This is the most probable hypothesis, as Tott refers to the fact that this corps of *géomètres* was in possession of the great part of the resources, while little was left for the new school of artillery. Furthermore, Tott might have meant that the original corps of Bombardiers (other than Bonneval's salaried one) had been founded by Süleyman the Lawgiver. The Corps of Bombardiers was indeed linked to mathematics in the imagination of the Ottomans. Mahmud Raif wrote in late 1790s: "*Des Bombardiers dressés par de bons Mathématiciens et d'habiles Artilleurs sont, sans contredit, d'une absolue nécessité en tems de Guerre, pour se servir avec succès des bouches à feu. Cette considération avoit déterminé la Sublime Porte à réunir des Bombardiers à solde fixe, à ceux qui existant déjà possédoient des Ziameth et Timar (fiefs militaires)...*", referring to the Corps of Salaried Bombardiers organized by Bonneval Ahmed Pasha in 1730s. Another possibility is that Tott refers to the captains of the Ottoman Navy who traditionally devoted their attention to astronomy and cartography. In any case, I consider it improbable that a specialized corps of *géomètres* or military engineers existed in 1770s, in spite of Tott's memories. François, baron de Tott, *Mémoires du Baron de Tott...*, 178; Mahmoud Rayf Efendi, *Tableau des Nouveaux Reglements...*, 33.

reference for both. Nevertheless, they both considered the translation to the Ottoman Empire of the figure of French military engineer as too ambitious given the circumstances.⁴ In the mid-1770s, Tott translated the word *mühendis* as *géomètre* or *mathématicien* and defined the school he was to organize as *École de Mathématique*, while the sources of the French embassy referred to it as an *École de Théorie*. One way or another, the brief existence of these experimental institutions in the period 1730s-1770s probably hindered any opportunity for any new common sense-of-belonging to develop and consolidate.

In the 1780s, the course of fortification and mathematics given by Lafitte-Clavé and Monnier institutionalized in what appears translated in French documents as the *École de Fortification et Mathématique*; while Toderini writes about his visit to the *Mühendishane* in the Imperial Shipyard, calling it the *camera di Geometria*, and labels the course organized by Lafitte-Clavé and Monnier as *nuova Accademia sperimentale per la marina*.⁵ This might remind us of the *Academia de Matemáticas* in Barcelona, one of the eighteenth-century centers of education for Spanish military engineers. Nevertheless, there was a remarkable difference: the Spanish institution was linked to a corps of engineers. This clear connection between the school and the corps of engineers stabilized the aims of the education, as well as the socio-professional identity of the men who received it. In the Ottoman context, however, the houses of geometry appear as the core of configuration and/or redefinition of identities for a small group of men (geometers-engineers who taught and studied) without a direct relation to the armies; while those who were linked to different traditional corps (sappers, bombardiers), were defined as such, not as geometers-engineers. Therefore, these institutions, already considered in the chapter on education, must be reconsidered, but now as a space of configuration of expert and/or socio-professional identities.

Houses of geometry counted on teachers of diverse background in the eighteenth century: 1) *madrasah* teachers, men of the *ulemá* 2) Ottoman military men who combined practical experience and scientific knowledge and who were either self-taught or had acquired all kinds of expert knowledge from their mentors and colleagues 3) foreigners and converts of different profile. Several teachers of the House of Geometry (also called House of Geometers/Engineers, or *Mühendishane*, since the early

4 François, baron de Tott, *Mémoires du Baron de Tott...*, 184 and 188. On Bonneval's projects, see Septime Gorceix, *Bonneval Pacha...*, 160-168.

5 Gianbattista Toderini, *Letteratura turchesca: Studi de' Turchi*, vol.1, Presso Giacomo Storti, Venice, 1787, 175 and 180.

1780s) linked to the Imperial Shipyard were primarily *captains*, that is, commanders in the Navy, experts in geometry in tasks related to navigation.⁶ The different ways of self-representation of these men had been shaped before they became linked to the new “academies of geometry”. The imagined communities to which they related enjoyed stability and general recognition. While their self-representation might have been modified by the experience of teaching in a *house of geometry*, the way these men were perceived does not seem to have been radically redefined in the process. Thus several of them were promoted to posts that corresponded to the socio-professional profile they had already had before becoming members of the staff of the different schools of geometry (*madrasah* scholars being appointed *madrasah* teachers or Islamic judges, a naval officer being promoted to high-ranking post of command in the Navy).⁷ On the whole, I would suggest that the quality of teacher with all it implied in that period (including intellectual production and networking), represented the most important way of making sense of one's experience within the first schools, serving as a temporary (?) common ground for these men of such distinct backgrounds. After all, it is not a coincidence that the title of *hoca*, or teacher, appears systematically attached to the names of the Ottoman staff.

The heterogeneity of the staff notwithstanding, there was a stronger reason why these centers of education played only a limited role in the production of novel self-representations: they provided education to men who were far from constituting a homogeneous socio-professional group not only at the beginning of their studies, but also after concluding them. Several different patterns can be distinguished. With respect to the first attempts at formal education in the field of artillery and fortification, we may observe that basic training was provided to troops and officers, while a small group of young men acquired education of a more “bookish” kind, with the aim to first help and then replace their teachers. It seems that the men who constituted this small nucleus attached to the school were considered as *mühendis*. In general, it was their (future) teaching role and a higher degree of theoretical knowledge what defined them, together with their link to the military. In the House of Geometers linked to the Imperial Shipyard, we may also find a special group of students who were preparing for and

⁶ Another way of for them to strengthen their image as experts in naval arts and sciences consisted of drawing maps, writing and translating books on geometry, astronomy and navigation, as well as of transmitting such knowledge to pupils.

⁷ 1) Mehmed Said Efendi who taught in the Corps of Salaried Bombardiers was appointed a *madrasah* teacher, Gelenbevî Ismail Efendi who taught together with Lafitte-Clavé and Monnier, was appointed Islamic judge, etc. 2) Seyyid Hasan the Algerian was promoted Admiral of the Fleet.

expected to replace their teachers. There are several references to the teachers and this small group of students being also in charge of technical and scientific projects of different kind: from the translation and compilation of books and other useful material to technical commissions of military character.⁸ Thus the school and the course appear as a sort of center where the experts gathered to teach and study, besides being occasionally put in charge of particular tasks.

Nevertheless, the sources also refer to the school and the course linked to the Shipyard as providing education in geometry to non-specialized naval officers (captains) of different ages and to the scribes (or junior clerks) of the Imperial Shipyard.⁹ This apparently heterogeneous group of students -junior clerks, captains and a select group of future teachers- had, however, something in common: they were linked to the Ottoman Navy and Imperial Shipyard by ties of kin and patronage. In this period, these ties represented a powerful factor in the creation and reproduction of both status and a socio-professional identity. I suggest that they served as a common element uniting several different self-representations, but it was not a basis on which a common identity of the naval engineer would be built. Furthermore, Frédéric Hitzel's research has shown that the wider circle of students added to the diversity, as learned men, often *madrasah* scholars, attended lectures, interested in innovations in algebra and geometry.¹⁰ I have found hardly any reference that would permit to make judgments about the impact the participation at the lectures had on the self-representation of these men. By the 1780s, the value attributed to scientific knowledge, and especially to imported innovations, increased considerably. Taking to consideration Toderini's testimony of Ottoman learned men's interest in theory, the Ottoman authorities' perception that technology and sciences were key-part of European military superiority, and the socio-professional profile of some of the men who attended the lectures, I dare to suggest a plausible, though weakly supported hypothesis. Since the 1780s, technical and scientific knowledge contributed to different dynamics of identity-construction and self-representation. For men whose self-representation as scholars was anchored in the well-established ways of signification that structured and reproduced the Ottoman-Islamic learned community, "imported" science and technology were relevant

8 Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*, 107-111.

9 For the recruitment among the junior clerks and among the sons of captains and dignitaries of the Imperial Shipyard, see *Layiha* of Little Hüseyin Pasha, *BOA*, MD. 8882, 120-122, dated to 3rd February 1797.

10 Frédéric Hitzel, "Les écoles de mathématiques turques..."

especially in their 1) theoretical and 2) “literary” aspects, in terms of writing treatises. As such, imported technoscience strengthened the position of these men within an already-existing community of *savants*.¹¹ Nevertheless, it also opened them the doors to newly-created areas of Ottoman administration, including the new schools. They shared this widening of opportunities with another group of students, those proceeding from the existing administrative-military institutions of the Ottoman central government, i.e. junior clerks of the Imperial Shipyard. For the latter, “imported” knowledge represented a way to fit into a particular, novel image of the sultan's servant.

Analyzing the documents produced by Ottoman statesmen and administrative bodies in the 1770-1800s, I have observed the configuration of an image of a man who could manage modern, “imported” knowledge and, at the same time, could apply it himself in military tasks, in the Navy, in the artillery, and in the fortification. The Ottoman statesmen expressed the need for men who would have a good command of theoretical knowledge and who could, at the same time, carry out particular military tasks. These men could be defined both as *mühendis* (geometers-engineers) and as *mütefennîn*, a novel term that is perhaps best translated as *technicians* or *men of technoscience*. These terms often became interchangeable, but *mütefennîn* seems to place more of an emphasis on the application.¹² The word *fenn*, the activity performed by the *mütefennîn*, bore a meaning similar to that of *art* or *arte* in several European languages during the eighteenth and early nineteenth century, including the notion of practice and/or craftwork (for example, it was used in reference to the same practices as the word *san'at*, or art, craft). The documents referred, for example, to the art of cartridge making (*fenn-i ateşbaz*), to the naval arts (*funûn-i derya*) or “naval art including map(-making), geography and navigation”, to the art of shipbuilding (*sefine inşaaşı fennî*).¹³ At the same time, it was also used interchangeably with the word *ilm*, referring to science (*ilm/fenn-i hendese* interchangeably as science of geometry).¹⁴ These key concepts of the Ottoman scientific discourse will be further discussed in the following section.

At this point I would like to stress that further research still has to be done in

11 In a similar way, the “imported” knowledge probably just strengthened their already-established position as captains, and helped them with promotions, without altering greatly their self-representation.

12 *Layihâ* of Little Hüseyin Pasha, *BOA*, MD. 8882, 120-122, dated to 3rd of February 1797.

13 *Ibidem*.

14 Many examples can be found in the document quoted in the footnote 11. An analysis concerning mainly the period since 1830s in Ismail Kara, “Les notions de 'science' (ulûm, funûn) et d'art' (san'at)...

order to judge correctly the interplay of different factors in the configuration of the image of the *mühendis-mütefennîn*. For the time being, we can affirm that the connection between theory and practice in the framework of the warfare was embedded in the projects of reform launched by Ottoman governing elites. Moreover, as European countries became a prominent point of reference in this reform effort, it is plausible that the very presence of numerous French technicians since 1780s, especially that of *ingénieurs du roi* like Lafitte-Clavé and Monnier, or naval engineers as Le Brun, contributed to shape and consolidate the image of a sultan's servant who would efficiently combine theory with military practice. European foreign experts in both the naval arts and terrestrial military activities who arrived since 1780s did indeed embody the synthesis of theory and application and were identified as both *mühendis* and *mütefennîn* by the Ottoman statesmen.

I could find few hints -dating from the eighteenth century- on the Ottoman men for whom this image that emphasized the application constituted part of their self-representation. In order to get a complete picture, a research from this point of view should be also done on the staff of factories that produced war materials. It seems that except for the commanders of the Navy, it was hard for this image -desired by the authorities- to materialize among the Ottomans of this period without the support of the scholarly, teacher-student axis. Since the 1780s, teachers and a small group of students of the *Mühendishane* and the course of fortification in the Imperial Shipyard possessed and practiced such qualities, carrying out techno-military tasks. Nevertheless, the self-representation as a scholar-teacher created certain tension with the techno-military practice, especially in the land armies and in the shipbuilding.¹⁵ Navigation, geography and cartography did not create such tension, for two possible reasons: 1) they had traditionally been closely linked to the figures of command in the Ottoman Navy (for example the famous map-maker Pîrî Reis served as a captain and came to be the Grand Admiral, chief commander of the Navy); and 2) they had a well-established scientific profile recognized by the Ottoman scholarly community, especially in relation to astronomy.

Integrating the scholarly qualities of a *hoca* (that is, scientific knowledge, teaching and production of treatises on scientific subjects) with practical techno-military

15 Little Hüseyin Pasha insisted on the fact that the Ottoman teachers at the *Mühendishane* should not only know theory, but should also have practical skills. *Layihâ* of Little Hüseyin Pasha, *BOA*, MD. 8882, 120-122, dated to 3rd February 1797.

tasks, the figure of *mütefennîn-mühendis* as a synthesis of theory and practice (highly interchangeable, though *mühendis* continued to have a slightly heavier emphasis on theory) was consolidated by the early eighteenth century. In this period, important changes occurred in the fluid panorama described above, both in sense of the stabilization of certain figures, as well as in the sense of further redefinitions. The explicitly westernizing military reforms of Selim III (1789-1807) and the (re)organization of the techno-military education by Selim and his successor Mustafa IV also opened new possibilities and set new limits to the development of images, the design of careers, and the construction of self-representations. In this respect, the 1790s-1800s, characterized by an intense circulation of persons, knowledge and models set trends for the whole nineteenth century.

The very definition of the two institutions is actually in the core of the issue. Were the *Mühendishane-i Berrî-i Hümayûn* and the *Mühendishane-i Bahrî-i Hümayûn* engineering schools? Would it be more exact to characterize the centers as the Land House of Geometers and the Naval House of Geometers? Or, as Frédéric Hitzel chose to do, as *écoles de mathématiques*? We shall have a closer look to these two *mühendishane* in the framework of the previous analysis. From an institutional point of view, the use of the concept of a school -instead of the exact translation as “house”- is justified as the process of training and education had a systematic character, although the staff and the selected students continued to be employed in technical tasks. The term “school of engineers” is, however, a different issue. The project of both schools represented an institutionalization of the image of a technician who applied theory to military (and non-military) practice. The naval school was divided, as we already know, into two branches: that of shipbuilders and that of naval officers skilled in cartography and geography. In this respect, it bore more resemblance to a naval academy than to a school focused specifically on naval engineering (and we shall point out that in fact, it later was transformed into a Naval Academy). So, with respect to its name, *Mühendishane-i Bahrî-i Hümayûn*, it could be said that it was a school where geometer-engineers taught geometry (and mathematics in general) to men in the service of the Navy.

The military school was to be supplied with young men from the corps of sappers, from the corps of bombardiers and from among the junior clerks among the sovereign's architects. While a small group of these students was to assist and replace the teachers, the majority was to return to the units from which they had been recruited

and serve as *enlightened officers*.¹⁶ The link with the bombardiers and with the sappers indeed supports the definition of the establishment as a “school of engineers,” comparable to other schools of military engineering that existed on the European continent. The link to the sovereign’s architects further supports the profile of the school as a specifically engineering institution. Except for certain particularities, the discourse of science in the Ottoman Empire gave birth during the rule of Selim III to an institution that was quite similar to its European counterparts without explicitly copying any particular establishment.

Nevertheless, this design did not serve to support a strong, stable self-representation of a *technical officer* or *engineer* due to the combination of two factors. First, it perpetuated the duality between the *enlightened officers* who received a shorter training and a small group of teachers and students who shared a more scholarly profile and it was the latter that were defined as geometers/engineers (*mühendis*). This would not necessarily be an obstacle *per se*, but the schools suffered from stagnation and partial disintegration in the years after the fall of Selim III in 1807. The link between the two *mühendishane* and the figure of the enlightened officer became blurred for many years. However, the figure of *mühendis* survived, embodied mainly by the staff and selected group of students of the “Military School of Engineers”. *Mühendis-mütefennîn* consolidated as a particular combination of 1) scholarship which integrated European knowledge 2) teaching (or getting prepared for it) and 3) performance of technical tasks at the service of the sovereign. In my opinion, the appearance of family dynasties of *mütefennîn*-teachers can be interpreted as a sign of consolidation of this socio-professional identity that developed in the framework of the two schools. The balance between its military and scholarly pillars shifted during the first third of the nineteenth century: military and techno-military features appear strengthened during the time of military reforms of Selim III, while in the 1810s-1820s the balance shifted towards a teacher-scholarly profile, as the relationship between the Military School of Engineers and the land armies was blurred and irregular. Nevertheless, the commissions to carry out practical technical tasks which had become characteristic for the teachers and students of the schools, remained frequent, sealing thus the differentiation of these

16 “The students who are in our (school), recruited from the corps of gunners, of bombardiers and of miners, should acquire the knowledge necessary to their tasks (*métiers*), and return to their respective corps, to become their enlightened officers.” Séid Moustapha, *Diatribes de l’ingénieur Séid Moustapha...*, 10. In case of the shipbuilders, they were to go back to the dockyards and direct the construction of ships according to principles of naval arts.

mühendis-mütefennîn from *madrasah* scholars. In certain aspects, the school became a sort of House of Geometers once again.

At this point, let me examine systematically the connection between science and military practice. Theoretically, attack and defense: artillery (bombardiers), mining (sappers) and fortification (sappers, architects) coexisted under the umbrella of the Military School of Engineers.¹⁷ Artillerymen counted on a long tradition in the Ottoman land armies, on specific military units in which their tasks were clearly defined. When a division to artillery and fortification sections consolidated in the Military School of Engineers since late 1840s, the artillery officers were primarily identified as artillerymen (*topçu*), they were not understood as engineers. The Military School of Engineers does not appear as fundamental for the perpetuation of the notion of *artillerymen*, while it certainly could help redefine the figure of an *artillery officer* further distinguishing it through formal studies from the soldiers he commanded.

Fortification, on the other hand, are inseparably related to our subject. After it first appeared as part of the technical and scientific education in the 1780s, it became an axis around which the figure of Ottoman military engineer was redefined. Fortification was linked both to sappers and to architects. It was understood as construction. Construction in general was traditionally perceived as a domain of architects (sing. *mîmâr*), even the shipbuilders were sometimes referred to as such. The existence of these links “fortification-construction” and “construction-architects” explains the decision taken in very first years of the nineteenth century to send junior architects in addition to men from the corps of sappers (also linked to fortification) and of bombardiers to the Military School of Engineers. While the geometers-engineers of the Land *Mühendishane* taught and trained architects and sappers, they also carried out construction in the service of the sultan, whether war-related or not. Major changes were triggered in the 1830s, when central authorities renewed their effort to strengthen their direct control over the territory and explore new ways of centralizing power. In this novel framework, engineers (*mühendis*) were given a fixed place in the army and identified as *fortification officers*. At the same time, these fortification officers came from the reformed corps of sappers and their section in the reorganized school was sometimes referred to as that of architects. This complex mixture embodied the links

17 The different areas of techno-military specialization can be appreciated in Mahmud Raif and in the regulations of the School from 1806: Mahmoud Rayf Efendi, *Tableau des Nouveaux Reglements...*, 33 and 37; the regulations published in Mehmed Esad, *Mir'ât-i Mühendishane-i Berrî-i...* and analyzed in Kemal Beydilli, *Türk Bilim v Matbaacılık Tarihinde Mühendishane*, 78-85.

between political power and the territory, links of military *control* and *protection*. Nevertheless, the different elements that constituted the figure of a fortification officer generated tensions, redefinitions and proliferation of related images. In particular, the (re)definition of the concept of *officer* within the Ottoman armies, as well as shifting notions of military and civil in the framework of the Ottoman administration during the nineteenth century, shaped the image of fortification experts.¹⁸ The transformation of the scientific discourse within the Ottoman Administration -and later also in public opinion- added to the fluidity of the situation. Spheres of action and hierarchies were redefined within the state-building process, engineering science played its role in the configuration of competing images, as that of “graduate” and “ranker” officers, etc. Terms as architect (*mîmâr*), engineer or geometer (*mühendis*) or fortification officer (or a particular rank within the fortification regiment) were used, sometimes interchangeably, sometimes hinting on a nuance. Thus for example, when the term *mühendis* became used as an equivalent of *engineer* in the civilian context during the second third of the nineteenth century, in the context of the Ottoman military it often continued to include the meaning geometer, which had prevailed in the past, referring to a higher level of scientific knowledge and/or to the preparation for a teaching post.¹⁹

In context of the Military School of Engineers, the figure of a specialized officer merged with that of a teacher, transforming it. New ways of differentiation between the military and the civilian at the school during the second half of the nineteenth century corresponded to the broader dynamics of institutionalization of the army and the differentiation of the military and the civil within the Administration. Teachers that at the same time held a military rank within a regiment of artillery or that of fortification came to understand the school linked to these branches of warfare as their domain in which others played only an auxiliary role. Such differentiation also shaped the relations between Ottoman Muslims and non-Muslims. On the one hand, the fact that only Muslims were teachers-officers of the land armies contributed to strengthen the image of Ottoman military engineering as “essentially Muslim.” On the other hand, the civilian-military distinction also created a civilian solidarity between the

18 On the transformations of the figure of officer in the Ottoman armies, see Odile Moreau, *L'Empire ottoman à l'âge des réformes. Les hommes...*

19 The promotions from the 1860 of the Military School of Engineers offer a confusing panorama with three or four classes of graduates including *mühendis*, fortification officers, artillerymen and draftsmen. My above-mentioned statement on the continuing link of the category of *mühendis* with geometry and teaching derives from these divisions and from the fact that among those classified as class of *mühendis*, many appear to follow a career as teacher. For the promotions and the posts held by the graduates, see the lists in Mehmed Esad, *Mir'ât-i Mühendishane-i Berrî-i...*, 135-271.

civilian teachers, be they foreigners, Ottoman Muslims, or non-Muslims, on the other.²⁰

By the mid nineteenth century, another dynamic was at work: the differentiation between teachers and students. As we have noted, in the late eighteenth and early nineteenth century technical and scientific education was organized along two major lines: basic training for larger group combined with a sort of specialized seminar in which personal links played a key role in the transmission of knowledge. This created multiple positions defined by the degree of access to knowledge, a scale instead of dichotomy. By the second third of the 19th century, however, the authorities showed concern for a regular supply of artillery and fortification officers. Following the Western model, the process of education was to be made predictable and standardized (year-to-year promotions ending with graduation, teachers working in an equality of conditions, each responsible for a particular subject, etc) in order to produce *mütefennîn* and *learned artillery officers*.²¹ This helped establish a symbolical barrier between those who transmitted knowledge and those who received it. Nevertheless, the dichotomy remained far from neat and clean until the beginning of the twentieth century. There still existed teachers and teachers' assistants, and also a select group of students preparing for a teaching career. Senior students were put in charge of assisting teachers in the Civil Engineering School (by then called the Superior School of Engineers) as late as in 1910s.

There existed another interesting socio-professional and identitarian pattern linked flexibly to the engineering education. We may identify a group of staff and graduates from the Military School of Engineers who built themselves a career in military and/or civil administration, some of them surpassing the average and becoming high-ranking government officials. Some of these men rose beyond the ordinary service at the armies, remaining, however, closely linked to a techno-military profile: they were

20 Occasionally, foreign military experts were given ranks of Ottoman officers. This was particularly common in the Navy. See Selman Soydemir, *Osmanlı Donanmasında Yabancı...* For the hints on the importance in the figure of military engineer of the aspect of officer in the second third of 19th century, see Ahmed Sırrı, *Mühendishane-i Berr-i Hümayûn Nazırı...* As for the differentiation between the teachers, it is very difficult to find any testimony on such aspects for the School of Military Engineering. Nevertheless, a number of them exist for the late 19th century when the School of Civil Engineering was under military tutelage.

21 In this document, it seems that *mütefennîn* refers to fortification officers (the term *fortification officers* is used, too), while artillery officers are defined as such, though characterized as learned. This supports what has been affirmed above about the artillery as deeply rooted, the new institutions notwithstanding. Fortification as engineering science and as an essential element of the profile of an officer appears, on the other hand, closely linked to the two academies established in the 18th century. *Layihâ* of Bekir Pasha, director of the Military School of Engineers, 1847. This project of reform of the engineering school is reproduced in Mehmed Esad, *Mir'ât-i Mühendishane-i Berrî-i...*, 74-77.

appointed teachers at different military schools or even directed these establishments, they were in charge of factories of war material, were members of expert commissions. For these men, the rank in the military hierarchy, including the specific reference to artillery or fortification, continued to represent one of the main supporting points of both their socio-professional status and identity.²² However, there were several teachers and graduates of the Military School of Engineers, who, together with Ottoman Muslims who studied engineering abroad, made themselves a career beyond the confines of the techno-military. As such, they were not defined as *mühendis* or *mütefennîn* anymore. Instead, they derived their identity from being an *enlightened* high-ranking bureaucrat, and, in some cases, a scholar. Their careers indicate that the “European connection” proved to be a constant factor in making a career in the bureaucracy and achieving social ascension.

The European origin of technical and scientific innovations helped create new, original alliances between the profile of *mütefennîn* and that of a bureaucrat since the first half of the 19th century. When the loyalty of Ottoman Greek elites that had for dominated the Ottoman foreign service for almost two centuries, was put in doubt in the 1810s-1820s, Ottoman Muslims became demanded to work in the Translation Office and in diplomacy. Since 1830s, as Europe emerged as a point of reference in growing number of fields of intervention, traditional and recently defined, knowledge of European languages become a required skill in many permanent or temporary institutions of the Ottoman administration. In this context, men who knew European languages and possessed skills of intercultural communication were sought after and launched careers in the Translation Office, in diplomacy and in the new institutions created by central government.²³ The recruitment of men for similar posts among the staff and among the graduates of the Military School of Engineers and other specialized schools, in particular after they began to be sent to study in Europe, had a major impact on the self-perception and the self-representation of those selected. They embodied a redefined figure of an Ottoman bureaucrat, combining its traditional features with that of a very flexibly defined European knowledge. For this exclusive group, military status acquired a new importance after the reforms of Mahmud II (the reform period of this

22 My analysis depends on the lists in Mehmed Esad, *Mir'ât-i Mühendishane-i Berri-i...*, 135-271.

23 In the first third of the 19th century, we find converts from Ottoman Christian and Jewish families who were appointed to the schools in order to facilitate the appropriation of that European *savoir* and later transferred to the tasks in the Translation Chamber. In the second third of the century, graduates from the Military School of Engineers and from the Naval Academy sent abroad and after their return were often employed in tasks that differed from their original techno-scientific profile.

sultan's rule started in the mid-1820s) and during the Tanzimat (1839-1876), not necessarily in the techno-military sense, but mainly as a means of legitimacy of power and a sign of belonging to the higher ranks of the Ottoman bureaucracy. The new importance given to the familiarity with European languages and broadly-defined *savoirs*, made it seem "a waste" to employ these men in practical technical or military tasks, and shifted the balance away from technical points of reference in the construction of identity, away from this precarious union of theory and techno-military practice. These high-ranking bureaucrats did not imagine themselves within a community of engineers (or technical officers), but connected to and built upon the prestigious self-representation of an Ottoman bureaucrat. At the same time, they contributed to blending it with and redefining it through the possession of knowledge and skills that were judged as facilitating intercultural mediation, including the scientific ones. The resulting self-representation efficiently combined military status with the prestige and image of indispensability associated with the Ottoman Muslim bearers of Western knowledge in the framework of the construction of the Ottoman state apparatus.²⁴

Some of these men developed a profile of a scholar, more scientific than technical one, contributing thus to redefine this well-established Ottoman figure. They possessed those easily-recognizable features that had defined Ottoman learned man (writing, performing experiments, integration in structures of knowledge-transmission, organized both vertically, as teaching, tutelage, and horizontally, as intellectual networks). At the same time, they redefined these features through the appropriation of "modern" knowledge and through novel forms of relating to power. Together with other men who received "modern" education abroad, at the schools founded during the Tanzimat or by means of private tuition, the graduates of the new schools including the Military School of Engineers, the Military Academy or the Imperial Academy of Medicine, were shaped by the discourse of modern science and took part in shaping and expanding it. It was not specialized training, but broadly defined "modern" knowledge - often combined with classical education- that structured this new imagined community of *civilized, enlightened* gentlemen. They searched for recognition through traditional relations of patronage, through means as dedications to the patron, the most

24 Feza Günergun, "Derviş Mehmed Emin pacha..." and "Trained in Europe to serve the State..." For an interesting testimony on these high-ranking officials, including Derviş Pasha, see Charles MacFarlane, *Turkey and its destiny. The result of ...*, 273-294. For Egypt, see Anne Kazazian, "Meguerditch Margossof (Trieste 1840-Le Caire 1919)...," 212.

distinguished among them the sultan himself. At the same time, they contributed to transform these relations, to the institutionalization of the discourse of science in new spaces of production and of transmission of knowledge within the framework of modern state. Together with liberal professionals, they helped create and expand public opinion in the Ottoman Empire through their discursive practice (books, lectures, articles in newspapers, public experiments, participation in projects of modern scientific institutions),²⁵ They exploited it with growing efficiency to strengthen their legitimacy. Public opinion allowed them to consolidate an identity of “modern”, “enlightened” intellectual that would become autonomous of the state, even if the men in question held a state office. Thus, by the last third of the nineteenth century, they succeeded in achieving certain independence, as traditional Muslim scholars (*ulemâ*) enjoyed through different means (i.e. their bases of legitimacy were beyond control of the state, they controlled wealthy pious foundations and they still dominated an important part of the system of justice), and constituted themselves as an alternative intellectual elite. Their contribution to the expansion of the discourse of science helped legitimize the technoscience and create an environment favorable to the emergence of an expert-professional discourse of engineers in the late nineteenth century.

We have very little information at our disposal to hypothesize about the self-representation of artillery and fortification officers who had graduated from the Military School of Engineers. Certain clues indicate that the aspect of officer constituted one of the main pillars of the identity construction, and was the most obvious way of gaining recognition, too.²⁶ Though the status of officers and an expertise in a particular techno-military field (artillery, fortification) acquired through formal education, were key in the self-representation and public recognition of the Ottoman artillery and

25 Ekmeleddin İhsanoğlu, “Cemiyet-i İlmiye ve Mecmua-ı Ulûm” and “Cemiyet-i İlmiye-i Osmaniye'nin Kuruluşu ve Faaliyetleri”, in Ekmeleddin İhsanoğlu (ed.), *Osmanlı İlmi ve Mesleki Cemiyetleri*, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi & IRCICA, İstanbul, 1987, 221-245 and 197-220. Yeşim Işıl, *Bir Aydınlanma Hareketi Olarak Mecmua-ı Fünûn*, unpublished master thesis, Department of Public Administration, Faculty of Social Sciences of the University of İstanbul, 1986; Cemil Aydın, *Mecmua-ı Fünûn ve Mecmua-i Ulum Dergilerinin Medeniyet ve Bilim Anlayışı*, unpublished master thesis, Department of History of Science, Institute of Social Sciences of the University of İstanbul, 1995; Sevtap Kadioğlu, “Shemseddin Sami’s Treatise of...” For a general overview, Niyazi Berkes, *Türkiye’de Çağdaşlaşma*.

26 Thus for example, the recruitment from among the students of the Military School of Engineering for the program for staff officers (*erkan-i harb*) at the Military Academy, represented a major, though probably only temporary, boost for the prestige of the specializations traditionally linked to the Military School of Engineering. Mehmed Esad, *Mir’ât-i Mühendishane-i Berrî-i...*, 101-105. The memories of Ahmed Sırrı are a unique source in this respect. He appears in front of us as the *director of the Military School of Engineers*, and as *Divisional General of Fortification*. Ahmed Sırrı, *Mühendishane-i Berr-i Hümayûn...*

fortification officers, similarly to other European military technicians, the figure of the Ottoman officer-technician bore relatively little resemblance with the elite image of French or Spanish corps of engineers. The Ottoman technicians-officers did not enjoy generalized prestige as a group. The status of these men varied depending on their rank, on the posts they came to occupy within their individual careers, as well as on their possibilities to relate to groups that did enjoy prestige and elite status collectively, for example the staff officers or high-ranking bureaucrats.²⁷

The second half of the nineteenth century was marked by the proliferation of the figure of civilian engineer in the imagery of the Ottomans. Hundreds of foreign engineers (*mühendis*) flocked to the Empire to work for the Ottoman Administration and private companies. Their work was highly visible due to the introduction into daily lives of people of modern technology as railways, telegraphs or steam ships. Furthermore, their work was profusely dealt with in the press, and celebrated at the inaugurations of infrastructures, that attracted multitudes. Many Ottomans, mainly non-Muslims, followed their path and became recognized as engineers (*mühendis*), too: either they learned from the foreign experts through practice, working in the Empire or abroad, or they acquired their qualification studying abroad. Civilian technical experts (*mühendis, fen memuru*) found their way into the expanding Ottoman institutions of government, as well. Permanent or temporary “technical commissions” (*fenn heyetleri*) were established so the experts could provide their opinion on different specialized subjects. While foreign companies employed almost exclusively foreign engineers or Ottoman non-Muslims, these new administrative bodies were constituted by foreigners and by Muslim and non-Muslim Ottomans. This trend culminated in the development of administration of public works, a strong boost for the figure of Ottoman civilian engineer (*mühendis*) that could hardly exist without building upon the established figure of civil servant (*memur*).²⁸ Furthermore, there were engineers at the service of local

27 By 1870, an alternative figure appeared in the Navy, that of a naval mechanical engineer. It was apparently the least prestigious section of the school (M.Starcke, *Rapport sur l'Ecole de la Marine Impériale de Halki (avec trois annexes)*, Constantinople, BOA, Y.PRK-ASK, 25/34, 9th of February 1885). I would argue that this understanding, reflected in the denomination as *ingénieurs-mécaniciens* of one of the sections, owes to the long-term British influence in the Ottoman Navy, as well as the Ottoman shipping in general. A configuration linking mechanics, practical management of machinery and low prestige indicates that the British *engineer* much more than French *ingénieur* was the point of reference in this point. Unfortunately, we know little about the self-representation of these Ottoman *ingénieurs-mécaniciens*. For British influence in the Ottoman Navy, see Selman Soydemir, *Osmanlı Donanmasında Yabancı...*

28 On the transformation of Ottoman bureaucrats, see Carter V. Findley, *Ottoman Civil Officialdom: A Social History...*

administrations who worked especially in the construction of inter- an intra- urban roads and at other amelioration works. These men, particularly visible in urban areas, apparently enjoyed low prestige among the people, though on individual basis, they could achieve high status and recognition when rising in the hierarchy of the Ottoman Administration. In this period, their practical expertise did not grant them prestige and status, but made them useful for the Administration such that lucky ones rising in the service of the state could create for themselves a self-representation as men of elite building upon their profile as high-ranking bureaucrats.

This highly heterogeneous panorama bears certain similarities with the USA in the same period: multiple images of engineer coexisted, competed and merged; and there existed several different mechanisms of becoming recognized as such.²⁹ Nevertheless, there was a highly significant difference: it was much easier for a foreign practitioner to achieve recognition as an engineer than for an Ottoman to do so. Both the Ottoman authorities and the foreigners who ran companies that employed engineers in the Ottoman Empire tended to identify “imported” modern knowledge with European foreigners, be them practitioners or formally educated engineers. For the Ottomans, the credential system represented the easiest option: studying abroad was a way of acquiring a share in the prestige granted by the knowledge that was identified as both modern and foreign. Convincing by showing practical skills was also an option, but it was far more difficult for the Ottoman practitioners to be granted an opportunity and to consolidate a profile of engineer. In both cases, a post in the Administration was clearly a key anchor of the self-representation and the public acknowledgement of an Ottoman man as a technical expert/engineer in the last third of the nineteenth and the beginning of the twentieth century.

The expansion of the public works administration was therefore inseparably intertwined with the consolidation in that period of a figure of the civil(ian) engineer (*mühendis*) in the Ottoman Empire. The product of this twofold dynamic was an engineer-civil servant, a synthesis of science and service to the state. Addressing the question of self-representation and of the construction of a professional identity, the period between the 1870s and 1908 requires a cautious treatment from the heuristic

²⁹ In the American republic there were very different types of people bearing the name of engineers: some of them acquired the right to be called so through apprenticeship and empirical formation in public or industrial works, whereas others had specialized formal education as engineers. On engineering cultures in the 19th century USA, see Eda Kranakis, *Constructing a Bridge....*; Monte A. Calvert, *The Mechanical Engineer in America....*; Garry Lee Downey, “Low Cost, Mass Use: American Engineers and the Metrics of Progress”, *History and Technology*, 23 (3, 2007), esp. 292-294.

point of view. I have observed that expert/professional discourse of Ottoman engineers proliferated after the Young Turk Revolution, displaying a high degree of articulation, and it institutionalized almost immediately. Ultimately, I have come to the conclusion that this should be interpreted as an indication of the gradual development of the expert/professional identity of the civil(ian) engineer in the previous decades, that is, during the absolutist rule of the sultan Abdülhamid II (1878-1908). Nevertheless, these dynamics of configuration are particularly hard to trace, as severe limitations were imposed on public expression during Abdülhamid's reign, especially for men employed in the Administration. This hypothesis obliges the researcher to constantly break the chronology and jump back and forward, aside from using the same methods applied to the earlier periods when a lack of sources imposes severe limits on one's efforts.

High-ranking Ottoman bureaucrats clearly interiorized the image of a civil(ian) engineer, defined by formal technical and scientific knowledge and employed in infrastructure construction and administration, by the 1870s. The first attempts in the late Tanzimat to mold Ottoman men into this profile via an engineering education in schools of a civilian character were unsuccessful. The enterprise was, however, taken up again in the early 1880s, testimony to the consolidation among Ottoman bureaucratic elites of the discourse of amelioration and of the practice of administrative intervention. When the school that would produce qualified technicians for the needs of the Ottoman civil administration was finally created, it represented a fundamental step towards the definition of engineering in the Ottoman Empire as a field of expertise and as a profession. The authorities explicitly aimed at increasing the status of engineers by granting the graduates a higher rank in the administrative hierarchy and the possibility of fast promotions. Furthermore, the contents of education, as well as the everyday practice in the school played a decisive role in forging the identity of its graduates, as had their standardized incorporation to the administration of public works. This does not mean that the education and the everyday practice were completely under the control of those who designed the contents and rules, nor were the meanings attached to them. Quite to the contrary, the results were often far from those intended. Military tutelage over the Civil Engineering School (*Hendese-i Mülkiye*) and the strict discipline imposed on its staff and students helped forge the elite image of a quasi-military, highly disciplined civil servants; but they were, at the same time, resented by civilian students and teachers. This contributed to broadening the gap between the military and the civil within the Ottoman Administration and strengthened the consciousness of the students

as civil servants of the state and as civil(ian) engineers, creating a favorable environment for bonding with their civilian colleagues outside of the Administration. It also helped them develop a rhetoric of oppression and strengthened the role of science as a major source of legitimacy. On the whole, the Civil Engineering School represented not only further step towards an institutionalization of the link between engineering and the civil service, but it was also a key factor in the hegemony of credentialism in this field of action. Certified technical and scientific knowledge, acquired in the Ottoman Empire or abroad, became the dominant way of defining the Ottoman engineer, while other means of acquiring expertise were understood as provisional. By the last decades of the nineteenth century, a specialization in engineering became relevant throughout one's career, defining it and shaping it. As areas of administrative intervention multiplied and expanded, and a growing number of Ottomans came to possess modern, "European-style" education, promotion within a particular branch became more common. Qualified men were still transferred from one task to another, a way of benefitting from their skills at maximum; nevertheless, their specific expertise tended to be exploited, instead of the general "European knowledge", which had been demanded during previous decades. An imagined community of Ottoman engineers was under construction, sharing the experiences of a boarding school education, and personal links of tutelage and friendship playing as important role as shared knowledge and employment in the Administration.³⁰

Science and technology were also at the heart of other socio-professional identities, either incipient or under major redefinition in the period of Abdülhamid's despotism. The figure of architect transformed in a close relation to engineering. Similar to European traditions, architects were mainly linked to the construction of buildings, while engineers were associated with infrastructures (and/or machines). On the one hand, traditional dynasties of mainly Armenian Ottoman architects continued to work for the sultan, as well as for private patrons. By the late nineteenth century, they frequently complemented the practical knowledge passed from father to son with formal studies abroad. On the other hand, there existed the link between architecture and

30 The memoirs of the engineers referring to their years in school are particularly revealing, as well as photographs of the promotions, where we may see displays of companionship, as students posing for the photographer with a hand on the shoulder of their colleagues. See for example the photos of the promotions 1888 and 1910 in Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*, 656 and 666.

military engineering traceable to the times of Selim III.³¹ By the last third of the 19th century, the differentiation of architects and engineers acquired new dimensions. Not only was the buildings *versus* infrastructures distribution of tasks maintained and deepened, but artistic and aesthetical aspects of the architect's work were highlighted in contrast to the functionality and utility of an engineer's accomplishments, too. The redefinition of the concept of art and a dichotomy between science-usefulness on one hand, and art-beauty on the other, though vague and blurred, played an important role in this aspect. However, these new forms of differentiation did not generate rivalry. Quite to the contrary, after the Young Turk Revolution, if not before, Ottoman engineers and architects united forces under the umbrella of a common identity of *erbab-ı fen*, a term that could be translated as technicians, or men of “technoscience” (very similar to *mütefennîn*), anchored in their work defined as a combination between an applicable scientific theory and practical skills.³² Moreover, scientific discourse produced technicians of a new profile during the reign of Abdülhamid II, as the field of action of central administration broadened, combined with desires of a future self-sufficiency. From such conjuncture, new figures arose that had been imagined in the past, but had not reached embodiment in significant numbers. Related to the forestry and agriculture, a middle-ranking technical “*fonctionnaire*” (*fen memuru*) emerged, a sign of the proliferation of the expert figure within the Ottoman Administration. The technicians’ place within the Administration further consolidated during the Young Turk period and their prestige was further enhanced.

The period after the Young Turk Revolution (1908) stands out for the emergence and proliferation of new spaces of articulation of an expert/professional discourse. From the point of view of historians, an unprecedented amount and range of sources is available for the research on the socio-professional discourse and self-representations of civil engineers. The “liberation” of the School of Civil Engineering from military tutelage and its transformation into a fully civilian Superior School of Engineers, the creation of specialized journals, the associations: all these can be

31 Students for the Selim’s Military School of Engineers were to be recruited, besides other sources, from among the young clerks of the corps of sultan’s architects. In 1830s, the parents of Ahmed Sırrı who were deciding among the different military schools to enlist their son were convinced by an architect neighbor of theirs to use his contacts and let him take the young Ahmed to the Military School of Engineers. Ahmed Sırrı, *Mühendishane-i Berr-i Hümayûn Nazırı...*, 25.

32 Board of Direction, “Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti’nin Tarihçesi”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 1 (1909), 3-5; Hulusi Bey, the President of the Board of Direction, “Meclis-i İdare Kararıyla Adliye Nezaret-i Celilesi’ne Takdim Kılınan İstida Sureti”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 12 (1910), 339.

interpreted as a result of the long and hard-to-trace process of configuration of expert/professional identities and discourse.³³ Once they came to existence, these material and institutional forms of engineering discourse created favorable conditions for staging and further transforming the identities of the men that were linked to them. Mutual reassurance about the importance of their knowledge and work boosted the self-confidence of the engineers, as well as comparison with foreign colleagues broadened the limits of the imaginable creating a basis for future aspirations and demands.

Their relationship to the state played an ambiguous role in the self-representation of Ottoman engineers of the Second Constitutional Era (1908-1920). They derived legitimacy from the education acquired either abroad or in the institutions run by Ottoman state, and the vast majority of them worked at different levels of the Ottoman Administration. Nevertheless, as a community, the Ottoman engineers imagined themselves without making distinctions between engineers as civil servants and engineers as liberal professionals.³⁴ I could not find any competing images of government officials versus liberal professionals. This is, in my opinion, highly significant. The first explanation is obvious: it is logical that no alternative discourse of Ottoman engineers as liberal professionals could develop when there were so few of them, particularly among Ottoman Muslims. Nevertheless, this explicit inclusion of liberal professionals into the imagined community of the Ottoman engineers, the fact that this community imagined itself beyond the civil service, beyond its actual existing limits, reveals a desire of conquest of new territory. The engineers-civil servants dreamt a dream of an engineer-liberal professional. The engineers on the different levels of Administration, those who had studied abroad and those graduated from the Ottoman schools, united on the common basis of Ottoman patriotism to launch a conquest of two spheres, intertwined, but distinguishable: the Administration and the private enterprise. This conquest was thought of as a slow one, but at the end national exclusivity was to be achieved, or at least a national preference.

This quest should be understood in a broader context: different streams of political thought that competed in the Ottoman Empire after the Young Turk Revolution

33 Judith Coffey, Darina Martykánová, Juan Pan-Montojo and Florencia Peyrou, "Law, Justice, and Public Opinion in 19th Century Liberal Europe", in Günther Lottes, Eero Medijainen y Jon Vidar Sigurdsson (eds.), *Making, Using and Resisting the Law in European History*, Edizioni Plus, Pisa, 2008, 164-165.

34 Though the Ottoman engineers recognized different specialization within engineering (achieved through education abroad: electrical engineer, mining engineer), they did not divide according to these lines, either.

shared the conviction about the importance of private initiative. The action from within the structures of the state was not seen as sufficient to save and reform the Empire, anymore. Private initiative was perceived as one of the key elements of progress, and - in the context of growing tensions between the ethno-religious communities- the Ottoman Muslim elites felt particularly compelled to strengthen their position beyond the their traditional domain: that is, the Ottoman military and civil administration. Nevertheless, the imagined community of Ottoman engineers seems highly inclusive in the sense of fully integrating Ottoman non-Muslims, especially those who served in the Administration.³⁵ The differentiation between Us and Others was established on the basis of Ottoman citizenship, not according to the ethno-religious principle. At the same time when patriotic components became explicitly articulated, the feeling of belonging to a global community of engineers became pronounced, too. In my opinion, this is only an apparent paradox. Expert-professional identity became more prominent, closely linked to the service to the state, but at the same time symbolically supported by other pillars (expert knowledge, science, *patria*, utility, common good) that provided it with certain autonomy. Men started to think of themselves as *Ottoman engineers*, a basis on which they could start thinking of themselves within an *international* community of engineers and comparing themselves with *German engineers*, *French engineers* or even *foreign engineers working in the Ottoman Empire*.³⁶

By the end of the period analyzed in this work, a self-representation as engineer appears to have been well-established. Moreover, an imagined community of Ottoman engineers acquired several institutional articulations. The creation of professional associations can be interpreted as a sign that a broad vision of a community of civilian engineers existed, charged with hopes for a future Ottoman self-sufficiency. At the same time, it combined with a close relationship with the state. Such combination

35 The inclusiveness is much more apparent taking to consideration the sense of being *erbab-ı fen* which engineers shared with the architects. There were many Ottoman Armenian (and some Greek) architects among the members of the Society of Ottoman Engineers and Architects, several of them liberal professionals. For the list of members, see “Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti azâ-yı asliyesi listesi”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 1 (1909), 8.

36 They appealed to the authorities asking them to support them and the development of their profession, so “we can satisfy our needs ourselves”. See Board of Direction of the Society of the Ottoman Engineers and Architects, “Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Namına Şura-yı Devlet Riyaseti’ne Takdim Olunan İstidanın Suretidir”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 4 (1910), 73-74. Furthermore, the statutes of the Society of the Ottoman Engineers and Architects included principles as 1) solidarity among the (Ottoman) colleagues (helping the engineers and architects in need), 2) promotion of internal debate and 3) undertaking common action. These men were supposed to establish and maintain contacts with their foreign colleagues as *Ottoman engineers*, organized in their respective national associations.

allowed the men to be inside of the state apparatus and at the same time articulate demands to the government from outside, in the name of all engineers. Formal education was considered as an important, though not essential feature of an engineer and credentials became an axis around which professional identity was construed. A man who possessed a diploma in engineering would be automatically recognized as engineer, while a man without one had to prove his right to be called engineer through a noteworthy practice. The presence in great numbers of foreign engineers acquired new significance: they were seen as both colleagues and rivals, often unjustly favored, but also as people from whom to learn, and -for the time being- necessary for the progress of the fatherland. On the whole, Ottoman engineers-civil servants perceived themselves and were perceived as part of modern Ottoman elites, defined mainly through their education. They were part of a broad group of public employees and liberal professionals who were *young* at a symbolic level, as they felt charged with the mission of *saving the fatherland* through their work and making it *advance on the path of progress*.³⁷ As such, they felt entitled to define the program of change and to pursue it.

We have observed that the configuration of the identity of the engineer was far from being a one-track, simple process, and that it was closely related to other institutional and discursive dynamics. Several terms coexisted and their meaning evolved throughout the time, creating a highly complex setting, but also offering hints about the characteristics of the different images and figures. The term *mühendis* which refers to the category of engineer in twentieth-century Turkish, was used to define several different and changing categories in the eighteenth century. At the same time, men who were referred to as *mühendis* in that period derived their socio-professional identity from diverse sources that display a varying degree of compatibility with executing technical tasks. The creation of new technical-scientific institutions, in particular that of the Military School of Engineering (*Mühendishane-i Berrî-i Hümayûn*) represented a decisive step towards the consolidation of a link between science and service to the state, embodied in technical officers/officials who occupied posts in the armies and in the bureaucracy. However, it was by the second half of the nineteenth century that, in the framework of the expansion of administrative intervention and of the configuration of private sector, the figure of *mühendis* as engineer proliferated, personified by foreigners, and, increasingly also by Ottoman non-

37 For “advancing fast of the Ottoman lands on the path of progress”, see Mehmed Refik, “Mühendislik Mektepleri”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 4 (1910), 76.

Muslims and Muslims. It was defined by the application of specialized knowledge, theoretical or practical, acquired through formal education or else through engineering practice, in the performance of certain technical tasks.

By the end of the nineteenth century, the engineer as a civil servant had acquired a stronger institutional basis with the foundation of the Civil Engineering School (*Hendese-i Mülkiye*). The graduates combined formal engineering education with an influential position in the administration, and they developed a strong, inclusive identity as engineers (*mühendis*). In spite of being civil servants themselves, their understanding of engineering – which, in my opinion, leaned on the plural settings characteristic of the second half of the nineteenth century- was that of a profession. Their identity as engineers, in other words, was a professional identity. Furthermore, they felt part of a broader imagined community of technicians (*mütefennîn, erbab-i fen*), men united by applicable technical and scientific knowledge, useful for the advancement of the fatherland.

Engineers came to constitute part of the new social elite in construction. They did so through their position in the Administration, but also through their knowledge. We may observe changing patterns in the interaction of knowledge with the definition of identities: while the notion of sharing a broadly defined *modern* knowledge created a common identity between the men since the second third of the nineteenth century, a more specific technical knowledge, understood as applicable in useful tasks, acquired importance in the configuration of identities by the end of the nineteenth century. At the same time, as educated officials and as modern liberal professionals, the engineers came to embody a new model of hegemonic masculinity, young, future-oriented, enterprising, agile, and highly visible in the public space.

2. Tools of Reform, Voices of Science: an analysis of discourse.

When I first set out to analyze the configuration of the expert/professional discourse of Ottoman engineers, I immediately realized the difficulty of such an enterprise. As we have just concluded above, the configuration of an imagined community of Ottoman engineers was highly complex process. Without a clearly defined field of action and without institutional support of a corps of engineers and, in context of a plural, fragmented model of engineering practice characterized by coexistence of men who derived legitimacy from different sources, the development of a coherent expert or professional discourse was extremely difficult. Therefore, the

following analysis suffers from a remarkable imbalance and gaps that can be, in my opinion, only partially solved and rectified by future research.³⁸ However, the men related to engineering who developed multiple, changing identities, did indeed interiorize the discourse of useful science. First, local traditions were explicitly and implicitly mixed with “imported” knowledge. Later, imported knowledge became understood as *modern science* and presented as an alternative. This section offers only an approximation to the broader discourse of science and reform where I have found it impossible to track down a specific expert/professional discourse.³⁹ The activities of the engineers are analyzed, too, understood as discursive practices that can provide hints of the conceptual pillars of a broadly defined discourse shared by the men who engaged in them. The late nineteenth and the early twentieth century represent a breakthrough: an imagined community of Ottoman engineers can clearly be identified in that period, bearing and transforming an expert/professional discourse, and being shaped by it at the same time.

The earliest period of our interest, the 1770s-1820s, is characterized by an expansion and a continuous redefinition of the discourse of science, boosted by the introduction of what was identified as “European” innovations. This discourse created fragile bonds between men of different identities. From the various sources at our disposal, this period appears as a sort of *Sattelzeit*, a period of radical redefinition of concepts and the emergence of new ones. A multiplicity of meanings proved essential for the innovative transformation of concepts: deeply-rooted meanings coexisted with novel and redefined contents. This coexistence and overlapping facilitated and legitimized the appropriation of knowledge, which was hybridized in the process.⁴⁰ The

³⁸ Furthermore, there exists a problem of sources: in some periods, the existence of few suitable sources poses the question of their representativeness. This is the case of Séid Moustapha, *Diatribes de l'ingénieur Séid Moustapha...*, of the *Layihâ* of Bekir Pasha, director of the Military School of Engineers, 1847; or of the memories of Ahmed Sirri, *Mühendishane-i Berr-i Hümayûn Nazırı...* In other cases, a correct interpretation of the silence of the engineers is at stake: the question is to determine to what extent it was due to the low degree of configuration of an expert community, to the limits imposed on the public expression or to other factors.

³⁹ I have to admit that there exists a possibility to access a broader discourse of science through the analysis of the introductions to books, of the articles popularizing science and technology, etc. A research of this kind could shed light onto the conditions previous to the configuration of an expert/professional discourse of engineers. These sources have recently attracted the attention of the historians of Ottoman science, and could certainly be further exploited in the future.

⁴⁰ İsmail Kara, “Les notions de 'science' (ulûm, fûnûn) et d'art' (san'at)...”, Meltem Akbaş, “From Divine Wisdom to Modern Physics: The concept of *hikmet* in the age of transformation,” paper presented at *Beyond Classical Key Concepts*, Research Training Seminar, Madrid, 3rd to 5th of December 2008. The analytical category of *Sattelzeit* is Reinhart Koselleck's. Reinhart Koselleck, “Über die Theoriebedürftigkeit der Geschichtswissenschaft”, in Werner Conze (ed.), *Theorie der Geschichtswissenschaft und Praxis des Geschichtsunterrichts*, Klett Cotta, Stuttgart, 1972, 10-28.

discourse of science developed at several different -though interconnected- levels. The discursive practices of the central authorities reveal a patrimonial vision of power: the territory was understood as the sovereign's domains, and together with the people who inhabited it, it was to be protected and exploited at the same time. Such vision coexisted with the understanding of the figure of the sovereign as a just father in charge of keeping order and balance between the different elements or estates that constituted the society. In the second half of the eighteenth century, several policies derived from the patrimonial vision, connected to the increasing difficulties the sultan (and the central authorities) had in fulfilling the role of protector. Technological innovation in warfare was identified as a way of guaranteeing the protection of the territory and of shifting the long-term military trends in favor of the sultan's troops. From this basis, policies of future-oriented intervention were articulated, including the creation of new centers of education.⁴¹ Nevertheless, this transformative action could be and actually was viewed as threatening to the natural balance between different elements, as undesirable innovation, and its legitimacy was questioned.⁴²

While high-ranking Ottoman bureaucrats displayed a utilitarian attitude towards what they understood as the key to European military success, the fact that they counted on the scholars from the *ulemá* for the appropriation and transmission of the new, “imported” knowledge proved to have far-reaching implications. The Ottoman intellectual-scientific community was well-established and structured. During the past centuries, it had developed a discourse of science autonomous from the state, and it was into this discourse into which the notion of European innovations integrated. In the

41 See Mahmud Raif and Seyyid Mustafa for a contemporary argumentation in favour of the reforms and for the reasons given of undertaking it. Mahmoud Rayf Efendi, *Tableau des Nouveaux Reglements...*; Séid Moustapha, *Diatribes de l'ingénieur Séid Moustapha...*. Seyyid Mustafa also comments on the Sultan showing personal concern for the results of his reforms. As he visited the new troops and attended training, Selim III not only checked on whether his orders had been carried out, but also sought to foster his image as head of Muslim warriors and to strengthen personal links of loyalty between him and his men.

42 Thought-provoking remarks can be found that indicate that reformers actively sought for legitimacy in the eyes of public: “...notre auguste souverain, qui n’avoit en vue que d’exciter l’admiration du public, et démontrer l’utilité ou plutôt la nécessité d’avoir des troupes réglées, des officiers de mérite des ingénieurs habiles, seuls moyens de faire la guerre avec avantage.” Séid Moustapha, *Diatribes de l'ingénieur Séid Moustapha...*, 9. This is, actually, another way to approach the spectacles of military technoscience. Not only talented men searched for patronage and promotion via performances of this kind, but central authorities used these spectacles as a display of power and as a way of gaining support and consolidating legitimacy of the transformative action. This may confirm the hypothesis of Donald Quataert about the eighteenth century as a period in which popular forces enjoyed considerable power in the Ottoman capital. Central authorities handled with them through a cautious mixture of persuasion (on both material and symbolic level), appeasement and violence. Donald Quataert, “Janissaries, Artisans and the Question of Ottoman...”

period between the 1770s and the 1820s, the integration was slow, but fluent and did not provoke major ruptures. As Ismail Kara pointed out, the use of classical concepts of sciences (*ulûm, funûn*) while introducing imported theory and practice through lectures and translations constituted a way of legitimizing the reception and appropriation of new knowledge.⁴³ The Ottoman scholars contributed to redefine the meaning of imported technical and scientific innovations towards a general innovation of certain sciences. This went far beyond the original utilitarian approach of the government officials oriented towards immediate application. Furthermore, the presence of the *ulemâ* meant that theoretical aspects as well as application within a scientific framework (mathematics applied to astronomy etc.) were particularly, though not exclusively, favored. Thus, an already-existing notion of knowledge shared by these men shaped the way imported innovations were understood and appropriated. This created a tension: certain, mainly mechanical and military-performative aspects of “European arts and sciences” tended to be relegated and neglected, while those who were upheld were not always the ones that would be perceived as the most useful.⁴⁴ The authorities were aware of such trends, but it took decades until a synthesis between the two consolidated to efficiently bridge the gap between scientific theory and military practice.

Nevertheless, the late 1790s and early 1800s stand out as an exceptional moment of proliferation of scientific discourse, as well as of a brief consolidation of the synthesis of scientific knowledge and techno-military practice. Few sources are at our disposal, that offer an insight to this peculiar conjuncture and -in case of those I have had access to- the question of their representativeness arises. The unique voice of Seyyid Mustafa, a man who taught at the Military School of Engineers and defined himself in French as *ingénieur et professeur dans l'école des mathématiques*, has to be interpreted very carefully. In the present state of research, it is extremely difficult to ascertain to which point he represented a trend, or constituted an exception.⁴⁵ If

43 Ismail Kara, “Les notions de 'science'...”, 32.

44 Technoscientific instruments of both military and non-military use were, nevertheless, highly popular among Ottoman scholars. Not only they devoted treatises to them, but they also invented new ones. This topic, recently explored by the historians of science around the journal *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, certainly deserves further attention.

45 Seyyid Mustafa comes out as one of these historical figures that offer historians the possibility to play at the detectives. His treatise is a treasure from the point of view of discourse analysis, though at the same time it poses serious methodological problems for having been published (and probably also written) in French. Wildest speculations exist about Seyyid Mustafa's life and identity, including a hypothesis by A. Jäschke that he was in fact a European convert, something which directly contradicts Seyyid Mustafa's own words about his childhood and youth. Kemal Beydilli published a thorough study based on archival document that proves the existence of a Seyyid Mustafa (in fact, of two of

compared to a similar treatise by Mahmud Raif, a secretary to an Ottoman embassy to England, common points can be identified that indicate that at least a small group of men at the service of Selim III shared a discourse that included radically novel concepts. Both Seyyid Mustafa and Mahmud Raif expressed their wish to be useful to their *patrie* and identified “European” knowledge as the way of carrying this self-imposed mission out.⁴⁶ For Seyyid Mustafa, making a career of engineering was a way of integrating personal *inclination* towards sciences and arts with *usefulness* for the Ottoman Empire of their military applications: “*mon objet...étoit la connoissance de l’application des mathématiques à la tactique et à l’architecture militaire*”.⁴⁷ The projects of reform of the Sultans Abdülhamid I (1174-1789) and Selim III (1789-1807) represented an opportunity for him to obtain individual pleasure while working for the collective benefit. Particularly striking is Seyyid Mustafa's vision of the sovereign as the one who works for the happiness of his people, the stress of the sultan's role as protector and benefactor of the *patrie*.⁴⁸ Our engineer understood himself and his colleagues as both tools and protagonists of this enterprise and regretted the incomprehension their efforts were initially met with, establishing an implicit opposition between the enlightened who understood the needs of the times on one hand and the *idiots et superstitieux*, on the other. Victimism notwithstanding, he displayed the faith that resistance could be overcome by obtaining results to convince the skeptics, except probably for those who were *mal-intentionnés*. This way, the use of reason had to lead necessarily to the acceptance of the new order, understood as Good, while opposition to it could either be fruit of ignorance or evil.⁴⁹ Techno-military reform is framed in a discourse of progress. In this respect, a difference can be observed in the narrative of Seyyid Mustafa on one hand, and Mahmud Raif on the other: Mahmud Raif mentions the glorious Ottoman past when things worked well, and interprets the effort of the sovereign and his loyal

them) and traces his career. While the myth of Seyyid Mustafa as a martyr of progress, killed in the rebellion against the New Order, is refuted, Beydilli outlines Seyyid Mustafa's biography compatible with the information provided in the engineer's treatise. Kemal Beydilli, “İlk Mühendislerimizden Seyyid...” In spite of the great merit of Beydilli's erudite work on Seyyid Mustafa's life, the engineer's treatise is still waiting for a systematic analysis from the point of view of discourse analysis, history of political thought, history of concepts and/or social history of science. In my opinion, it can offer novel insights.

46 Mahmoud Rayf Efendi, *Tableau des Nouveaux Reglements...*, 3-4.; Séid Moustapha, *Diatribes de l'ingénieur Séid Moustapha...*, 6-7.

47 Séid Moustapha, *Diatribes de l'ingénieur Séid Moustapha...*, 5.

48 Mahmud Raif also refers to the “zèle infatigable de Sa Majesté Impériale à faire fleurir son Empire.” Mahmoud Rayf Efendi, *Tableau des Nouveaux Reglements...*, 5.

49 Berkes outlines the construction of the dichotomy between ignorance and prejudice on one hand and science and enlightenment on the other, in Niyazi Berkes, *Türkiye'de Çağdaşlaşma*, 98.

servants as regeneration. At the same time, he acknowledges the novelty of the reforms. Seyyid Mustafa's treatise is deeply imbedded in the logic of permanent change, and his vision of the present as radically new is combined with a pessimist glance to the Ottoman history when Ottoman military success was mainly due to the primitiveness and lack of organization of the enemies the sultan's troops faced. Scientific and technical knowledge, defined as both universal and particular, plays a central role in his worldview: all "nations" can participate in it, shaping it. No one's position is granted forever and no one is denied participation in principle:

"Les nations et les hommes changent, et les institutions primordiales des États se diversifient à l'infini; les sciences et les arts font le tour du monde; et les connoissances suivent et obéissent à ceux qui les cultivent et les honorent, comme si elles se choisissoient tour à tour un centre et un point de ralliement."

"L'étonnement devint si général, qu'on ne balançait plus un instant de se croire dans un nouvel ordre de choses, et, pour ainsi dire, dans un nouvel monde, où il falloit se dépouiller absolument de tous les préjugés anciens. Moi-même, ivre de joie de voir ma patrie dans l'état que je desirois si ardemment, éclairée tous les jours davantage du flambeau des sciences et des arts, il ne me fut possible de me taire."⁵⁰

Unfortunately, the two above-mentioned treatises were published in French and directed to the European public, in a highly significant act of propaganda. I have not found any similar discourse in Ottoman dating to the same period. The point to which Seyyid Mustafa coincided with -or interiorized- Western European Orientalist schemes of interpretation is puzzling. It could be explained within the close relation between the Ottoman students and staff of the *mühendishanes* with the French and other foreign experts, beginning with Lafitte-Clavé and Monnier in 1780 and intensified in the following decade. Sources confirm that the relations with European foreigners included formal and informal socializing. Furthermore, we shall take to consideration the intensity revolutionary propaganda spread with in the capital during the 1790s, as well.⁵¹ Nevertheless, such mysterious emergence and disappearance of a discourse that combined novel concepts with unusual interpretations still needs to be analyzed and discussed in a far broader framework that the one this work can offer. The lack of

50 Séid Moustapha, *Diatribes de l'ingénieur Séid Moustapha...*, 13 and 36.

51 Gianbattista Toderini, *De la littérature des turcs...* For specific information on the environment in Constantinople during the French Revolution, see: Bernard Lewis, "The Impact of the French Revolution on Turkey", *Journal of World History*, 1 (1953), 105-125 ; Onnick Jamgocyan, "La Révolution française vue et vécue à Constantinople (1789-1795)", *Annales historiques de la Révolution française*, 282 (1990), 462-469; Frédéric Hitzel, "Les échos de la Révolution française à Istanbul", *La Révolution française en Alsace*, 7 (1995), 145-155; Gérard Groc, "Les premiers contacts de l'Empire ottoman avec le message de la Révolution française", *Cahiers d'études sur la Méditerranée orientale et le monde Turco-iranien*, 12 (1991), 21-46.

suitable sources for the period 1810-1820 makes it impossible to ascertain whether this discourse survived the fall of Selim III in the circles around the School of Military Engineering and elsewhere, and if it did, how it was transformed and modified.

Although “the silence of the engineers” continues to weigh down our analysis, a broad discourse of amelioration proliferated since 1830s that was to prove of great relevance for the developments in the Ottoman engineering on medium-run. In the framework of the discourse of reform, a concept of amelioration (*naflia*) gained prominence, similar to the Spanish *fomento* as used in the late eighteenth and early nineteenth century. As Tekeli and Ilkin point out, the concept of *naflia* related to the terms as *profit*, *benefit*, *outcome*, connecting with traditional fiscalist concerns of the Ottoman central government.⁵² However, at the same time it was became understood in the framework of international competition: in the previous decades, high-ranking Ottoman bureaucrats had developed the notion of the world composed of competing powers, which by the late 1830s expanded far beyond the limits of the military, including areas like agriculture, industry and commerce. Furthermore, the traditional role of the sultan as protector of his peoples and as a guarantor of justice and order was redefined to include new forms of active intervention: through amelioration, his role of a benefactor of his people was stressed, as well. In this context, Berkes makes an emphasis on *utility* and *benefit* among the meanings intertwined within the concept of *naflia* in the period of the Tanzimat.⁵³ *Naflia* was one of the concepts of a cluster that included others as *islah* (or *maslahat*) or *imar*: they all referred to the action taken by an authority to put into order, to improve and to promote. Some of these concepts counted on a long tradition. The flexibility of their use and meaning helped make an action comprehensible by relating it to something well-known. Moreover, it also created an appearance of continuity when radical changes were taking place. As a whole, the discourse of reform evolved towards a more future-oriented worldview: the balance shifted from the dichotomy of *chaos* versus *order* towards and a linear metaphor of advancing (or ascending) on the road of the progress, though both metaphors coexisted throughout the period.⁵⁴ On the long run, nevertheless, discursive dynamics changed

52 İlhan Tekeli and Selim İlkin, “Mustafa Celaledin Bey'in 'Bir Eyaletin....’”, 1472.

53 Niyazi Berkes, *Türkiye’de Çağdaşlaşma*, 185-191.

54 We have only few hints at our disposal on the worldview of the men linked to engineering during the Tanzimat. In his proposal of reform of the Military School of Engineers, its director Bekir Pasha stressed the importance of science and knowledge both for the Ottoman military and for the state in general. The students of the school were supposed to follow the imperative of furthering and improving knowledge and skills through study. At the same time, Bekir established a dichotomy

radically: from a movement on the spot, from a search of equilibrium between the elements to safeguard order, to a progressive movement forward (and up), in higher and higher speed. What was by the mid-nineteenth century understood as getting up-to-date and keeping pace with the present century (*muasırlaşma*) in order to both participate in the civilization (*sivilizasyon*, later *medeniyet*) and compete with Europe, became a desperate run forward to save (*kurtarmak*) the patria/nation (*vatan/millet*) by the first decades of the twentieth century.⁵⁵

By the Tanzimat, the Ottoman common people were included into the scope of the concept of *naflia* in two ways: as potential beneficiaries who would gain well-being and happiness thanks to the benevolent action of the sovereign, and as target of intervention and transformation from the point of view of the *raison d'État*. In this second sense, they were to be enlightened and disciplined through education. Thus they would be able to contribute to the two closely related goals: by performing better, they were to help maximize the resources at the disposal of the government and improve the position of the Empire in the competition of powers, restoring it to its former supremacy. During the last third of the nineteenth century, the notion of public benefit or common good became increasingly prominent. Paradoxically, during the years of Abdülhamid's absolutism the idea of the sultan and the Administration being in charge of promoting the well-being and “material and spiritual progress” of the “nation” made its way to official documents as was the project from 1882 of the Minister of Public Works Hasan Fehmi Pasha, analyzed by Tekeli and Ilkin.⁵⁶ In the beginning of the nineteenth century, especially after the Young Turk Revolution, the state-centered stance was modified by the diversification of the effort to involve different groups of the Ottoman population in the amelioration. Education, though attributed great value in this respect, was not perceived as sufficient anymore: private property was viewed as an efficient means of creating a long-lasting interest among the people in the progress and amelioration. On the other hand, through the recognition of the fact that individual interests may differ from one another, as well as from the best interest of the state, a

between the existing chaos in military engineering education and a need to establish order, a traditional approach to reform. The reform should, nevertheless, be performed according to the principles of amelioration (and the actual proposal is very innovative in its contents). *Layihâ* of Bekir Pasha, director of the School of Military Engineering, 1847.

55 Şerif Mardin argued that Ottoman reformers elaborated what we could label a particular concept of progress, which was based on the conviction that the pace of history could be accelerated by human will, in particular by planned human action (i.e. reform). Şerif Mardin, “The Mind of Turkish Reformer, 1700-1900”, *The Western Humanities Review*, 14 (1960), 413-436.

56 İlhan Tekeli and Selim İlkin, “Mustafa Celaleddin Bey'in 'Bir Eyaletin...”, 1474.

space was being created and broadened for an expert figure.⁵⁷

Besides the above-mentioned aspects, amelioration cannot be fully understood without examining its relation to the control of the territory. In this point it linked up with the late eighteenth century efforts to better protect, defend and actually *dominate* the realm by means of techno-military innovation. The importance attributed in the first decades of the Tanzimat to the construction of roads and to redesigning of the urban areas after devastating fires indicate how control of the territory became viewed both as a task and as a tool of government. This twofold understanding contributed to the definition of new areas of action in the decades following the Crimean War. Furthermore, the question of control of the territory and of the population acquired new dimensions with the increasing, multi-faceted exposure of the Empire to European imperialism (intensified by its coincidence –far from casual– with the intensification of internal separatist movements) in the last third of the nineteenth century and the beginning of the twentieth century: it brought back the spectre of a threat to the very survival of the Empire. During the rule of Abdülhamid II, as well as in the Second Constitutional Era, several projects of public works clearly built on this double relation to political power: Hejaz Railway represented a materialized form of Abdülhamid's self-fashioning as a great ruler and benefactor of all Muslims, and at the same time it constituted as attempt to improve Ottoman military and administrative control of the Arabic Peninsula, a territory where dissident Wahhabist movement coexisted in symbiosis with banditry of the bedouin tribes. The network of roads and the huge irrigation project presented in Noradounghian's plan of public works were meant to stimulate Ottoman economy, while at the same time they were to tie remote territories to the government in Constantinople, proving to local elites –as well as to European powers– that these lands could achieve progress within the Ottoman Empire. By the end of the period, the relation between amelioration and territory further evolved. Analyzing the debates on public works after the Young Turk Revolution,

57 On the other hand, the same dynamic might lead to other novel conclusions, as Tekeli and İlkin show in their analysis of Mustafa Celalettin's hypothetical project. When pondering the resistance of some rich property-owners to the projects of amelioration, Mustafa Celalettin actually proposed to include the representatives of poor people into the local bodies of government. İlhan Tekeli and Selim İlkin, "Mustafa Celalettin Bey'in 'Bir Eyaletin...', 1480-1481. "Enlightened" civil servants searching for alliance with the "people" against the big property-owners is not such an uncommon panorama for the beginning of the 20th century. Juan Pan-Montojo has shown how the Spanish agronomists, disappointed by the big landowners competing for legitimacy and questioning their projects, started to defend a major reform of landholding to create a new class of smaller landowners. Juan Pan-Montojo, *Apostolado, profesión y tecnología...*, 196-207.

Tekeli and İlkin have come to extremely interesting conclusions. They have identified new ways of thinking about the territory: after breaking with the patrimonial vision of the “domains”, a dichotomy was established between the people and the nature, the nation and the territory. In this framework, the policies were aimed at promoting and regulating communication -understood not only as key to prosperity, but also to governability- and intensifying the exploitation of *natural resources* (water, soil) of the country.⁵⁸

The discourse of reform in which the concepts of amelioration (*nafia*, *imar* etc.) were embedded, began to institutionalize in the second third of the nineteenth century in commissions, ministries and other bodies of government and consulting. The new institutions related to the amelioration suffered from the lack of definition in terms of competences and from a low degree of consolidation, revealing that the new, more active contents of the concept of amelioration were only beginning to take roots within the discourse of reform. In mid 1840s, infrastructures appeared as a fundamental part of the program of amelioration in the provinces. By 1870s, the concept of *nafia* acquired several different layers: a broad definition of *nafia* as amelioration coexisted with a narrower meaning of *public works*. This second included all kinds of infrastructures: roads, railways, bridges, ports and canals -both for transport and for irrigation-, posts, telegraph etc. The career of civil engineer as it consolidated in the last third of the nineteenth century was one of the most noteworthy products of such understanding. Furthermore, the contents of the concept could be further reduced when it appeared linked to a particular institution: then it covered the competences of this institution, competences that were in some cases limited by administrative tradition.⁵⁹ In general, the coexistence of different levels of meaning of the concept of *nafia* was closely linked to the expansion and diversification of administrative action in the second half of the nineteenth and the beginning of the twentieth century.

In the framework of administrative action and outside of it, modern science, which had been closely intertwined with the project of military reform, also experienced an expansion far beyond the confines of the military since 1830. Contrary to some Orientalist clichés, sciences were in the center of the discourse of reform since the very

58 İlhan Tekeli and Selim İlkin, “Mustafa Celaledin Bey'in 'Bir Eyaletin...', 1476-1477.

59 As state budgets and specific studies on forestry indicate, mines and forests were considered as sources of income and belonged to the competences of the Ministry of Finance or other institutions. When mining and forestry became regarded as fields of intense administrative intervention, a specific administration of each field was slowly established. See the chapter *Engineers and Political Change*.

beginning, as the Ottoman authorities identified them as the basis of the European military and socio-economic success. In his work on the concepts in the Ottoman discourse of science, Ismail Kara quotes from a report of the Commission of *Nafia* [a suitable translation for the period being “Beneficial Works” – note of DM] published in the Ottoman official newspaper *Takvim-i Vekâyî* in 1839: “(...) The sciences (*ulûm*) and the letters (*maarif*)...are a factor of the power and of happiness, a just reason to be proud and glad, and a source of wealth and of fortune for the men, that's a fact proven both by the reason and by the [divine] revelation. The science (*ilim*) is in the origin of all sorts of existing and known industries and crafts. In the same way as the religious sciences (*ulûm-i diniye*) bring eternal salvation, the other sciences (*fünûn-i sâire*) offer a better existence to men.”⁶⁰ By the late 1860, science was defined as one of the pillars of civilization and a systematic link was established between its materialization, including public works, and progress:

“The sciences (*fünûn*) and the letters (*maarif*) are the fundaments of world civilization. It is precisely the science and the knowledge (*ilm ü marifet*) that engender progress. By his civilized nature, human being tends towards perfection and progress. The science and the knowledge (*ilm ü marifet*) are in the origin of the inventions and of the execution of public works in the domain of arts and crafts of the industry, and these operate to create means and techniques that facilitate the satisfaction of basic needs of human society. Thence, civilized nations and peoples that aspire to share the wealth of the world do not have other choice than follow the progress of the humanity.”⁶¹

The central role attributed to sciences within the discourse of reform is not, in my opinion, surprising or hard to explain. First, sciences were traditionally understood as elite knowledge, thus scientific production and reproduction did not, in principle, challenge the traditional distribution of power nor it required sharing of power with larger groups of population. Since 1830, the people were to be included in the project of *spreading the Lumières* (sciences and letters), but the hierarchy was clear: the elites were to be in charge of the appropriation of knowledge, as well as of its top-to-bottom transmission. Second, from the point of view of the reformist elites, reform through the Enlightenment did not imply a renunciation of authority. Quite to the contrary, it extended the power of the central government. Thus, at the first sight, it seemed less challenging than other ways of amelioration, as for example the stimulation of private initiative, that could appear as a more obvious renouncement of control and

60 Quoted in Ismail Kara, “Les notions de 'science' (*ulûm, fünûn*) et d'art' (*san'at*)...”, 33.

61 In his work on the history of the Ottoman Administration of Public Education, Mahmud Cevad quotes this report from 1869. Mahmud Cevad İbnü's Şeyh Nâfi, *Maarif-i Umûmiye Nezareti Tarihçe-i Teşkilatı ve İcraatı*, Matbaa-i Âmire, İstanbul, 1338. Also quoted in Ismail Kara “Les notions de 'science' (*ulûm, fünûn*) et d'art' (*san'at*)...”, 33.

intervention, leaving space for alternative centers of power. In this point it must be emphasized that 1) private initiative did eventually become considered as something to be stimulated by the authorities 2) and the discourse of science did achieve autonomy, deriving legitimacy from sources that were out of the control of the authorities. From this autonomous position it could both shape and challenge the hegemonic discourse.

During the period analyzed here, the discourse of (techno)science and its conceptual pillars experienced a radical redefinition. This great transformation lies, unfortunately, out of scope of this work. Undoubtedly, it merits a detailed study on its own. At this point, I will just outline its general patterns, based on the work of Ismail Kara, of several Turkish historians of science, and on my own observations. I would suggest that in the 1780s-1820s, what was defined more or less as *innovations imported from Europe* were integrated into the established scientific tradition and this integration was characterized with fluidity, in spite of certain tensions between theory and practice. The *ulemá* linked to the new schools played a key role in this synthesis that proved to be short-lived. Since the 1830s, a dichotomy was being construed between the old (Ottoman-Islamic) and the new (European) knowledge, producing a rupture between local scientific tradition and what was now understood as *modern sciences*, brand new and radically different. The roots of this configuration lay in the interplay of two dynamics: 1) paradoxically, the strong symbolic position modern science achieved in the Ottoman Empire by the second half of the nineteenth century derived a great part of its success from the efficient appropriation of existing concepts from Islamic scientific tradition, which had build upon Ancient Greek, Egyptian, and Persian ones. *Ilm* (science, theory), *hikmet* (wisdom, knowledge, science), *maarif* (knowledge, education, letters), *fenn* (science, technique, technoscience, art), or *san'at* (art, craft): these concepts –with their multiplicity of meanings- were appropriated and hybridized, their meanings stretched, and their ambiguities played upon. This permitted a defying of the limits of the thinkable, the “corruption” of meanings and the generating of tensions, overcoming definitions from within; 2) Nevertheless, neither a synthesis between the established scientific tradition and imported innovations took place nor did a complete transformation of the local tradition through the imported knowledge. Instead, there was a rupture and a dichotomy, or division of spheres, at least at a symbolic level, as cross-fertilization obviously existed in discursive practice.⁶² Duality reigned at a human and

⁶² The changes in the discourse of the *ulemá* have been studied very little. Nevertheless, the prevailing vision of the Ottoman *ulemá* petrified in the past has recently been seriously questioned. See for

institutional level: while traditional establishments were left alone, the appropriation and transmission of modern science and technology took place in the framework of new institutions created by the state, and also through modern and classical vehicles of communication, as journals and books. By the second half of the nineteenth century, the whole setting -marked by parallel careers in parallel institutions- became ripe for a fight for hegemony with respect to the Truth.⁶³

Through his practice, Derviş Mehmed Emin the Chemist, one of the most distinguished graduates of the School of Military Engineering who made a career as a man of science and high-ranking bureaucrat, offers an extremely interesting insight to the transformations of the discourse of science during the Tanzimat. According to the sources analyzed by Feza Günergun, experiments were a key part of scientific practice for this Ottoman gentleman, both as a vehicle of knowledge-transmission (teaching) and as a way of attracting attention towards science. There is a significant evolution in his practice. In 1846, he launched a balloon filled with hydrogen. The sultan who witnessed the spectacle rewarded him with a promotion to the rank of major general.⁶⁴ In my opinion, this particular act can be interpreted in the long tradition of spectacles of science directed towards the patrons, the most distinguished being, of course, the sovereign himself. These events were generally designed as spectacular and at least implied the possibility of a military use. At the same time, they strengthened the link between the sovereign and his talented servants, as the satisfied spectator habitually rewarded his servant(s) with gifts and/or promotion. Nevertheless, a novel aspect of this well-established practice calls our attention: the event was reported on in the Ottoman press, reaching a broader learned public. In the 1860s, the framework of Derviş Mehmed Emin's scientific experiments was remarkably different. When the House of Sciences (an institution that oscillated between an academy of science and a project of a university) was opened in 1863, Derviş Pasha, by then a distinguished chemist, gave a

example M. Sait Özervarlı, "Osmanlıların Son Dönemindeki Batılılaşma Hareketinin İslam Düşüncesinde Yenilik Çabalarına Tesiri", in Hidayet Y. Y. Nuhoglu (ed.), *Osmanlı Dünyasında Bilim...*, 663-673.

63 This did not necessarily mean an opposition between religion and science. It is actually interesting to observe how the arguments derived from one were used to support the other and vice versa in the public debate. Nevertheless, it could indeed mean a defense of the separation of spheres. Thus for example, the students of the Civil Engineering School protested against the lessons of religion and bitterly argued with the professors of this subject. Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*, 143. Cemil Aydın offers interesting insights into these issues, though his analysis suffers from a certain apologetic approach at several points. Cemil Aydın, *Mecmua-ı Fünûn ve Mecmua-i Ulum...*

64 Feza Günergun, "Derviş Mehmed Emin pacha...", 176.

series of initial lectures that included spectacular and innovative experiments on electricity that attracted a large audience.⁶⁵ The event offers, once again, a good opportunity to ponder the transformation of scientific discourse. It took place in a novel scientific establishment, a product of the institutionalization of the discourse of science in the Ottoman Empire. Furthermore, the lectures, which definitely show Derviş Pasha's sense of spectacle, were directed to the public, and indicate, at the same time: 1) the interiorization of the project of enlightenment and reform by popularization of science 2) search of the men of science for a broader legitimacy.

As the proliferation of sources after the Young Turk Revolution (1908) offers us a revealing insight into a full-blown professional discourse of the Ottoman engineers, the question immediately arises about the configuration of this discourse in the previous years, during the decades of Abdülhamid's absolute rule. The sources at our disposal were generally written after the Young Turk Revolution, or even during the Republic, so we have to read them critically. Nevertheless, some clues give us hints about the lines along which this discourse was construed:

- 1) A future-oriented view of time was by then interiorized by the Ottoman engineers-civil servants, public works being understood both as a symptom and cause of material progress.⁶⁶
- 2) Among the ways political power achieved legitimacy, there was a growing emphasis not only on the protection of the territory, but also on the work for the benefit of the nation. This applied not only to the ruler and to the bureaucrats of the highest ranks, but also to the engineers. Mustafa Şevki argued that he did not need to join a secret political organization, as he was already serving the fatherland by fulfilling his obligations as an engineer-civil servant. This work not only meant carrying out the tasks demanded “by the state”, but also helping the common people, making their lives easier.⁶⁷
- 3) The testimonies about rivalries and alliances indicate the main axes of self-representation of the Ottoman engineers and of their professional discourse: a clear division was established between civilian and military technicians. This division was so important that more proximity existed between civil(ian) engineers and the architects

⁶⁵ *Ibidem*, 178.

⁶⁶ A small detail can illustrate the interiorization by the Ottoman engineers of the discourse of progress. In 1909, the engineer Ahmed Refik Bey, an Ottoman Muslim, obtained a license to open a private primary *School of Progress* (*Mekteb-i Terakki*) in Beşiktaş. IMF, file 15, sheet 1327 B-3, Ş-1. 16th of August 1909.

⁶⁷ An engineer mentions that a bridge he built at the request of the governor of the province Ankara made the life of the villagers easier and safer. Mustafa Şevki Atayman, *Bir İnşaat Mühendisin...*, 20-21.

than between civil(ian) engineers and the artillery or fortification officers. Civil engineers considered the area of public works as their domain within the state service and derived legitimacy from that. Nevertheless, civil engineers who worked as government officials felt solidarity with military administrators, especially those who in turn appreciated the engineers' work and its "scientific" aspects: they were allies in the project of reform from above, united by a common perception of an opposition composed of whom they defined as *ignorant* (villagers, local notables) and/or as *troublemakers* (local notables, brigands-independence fighters, etc.).

4) Furthermore, the understanding of engineering as a techno-scientific profession was consolidated in the late decades of Abdülhamid's rule. The trajectory of the profession was marked with a series of ruptures situated to a more or less remote past: modern engineers and architects were characterized by their technical and scientific education and by a complete differentiation from the manual workers. The modern engineer was, so to say, made in the school and was supposed to arrive at construction site as a ready-made professional. His work consisted, above all, in the design and in a detailed engineering project that was to be carried out without improvisation by workers under the supervision of the engineer. This vision of the profession was opposed to the past in which the figure of an author of the project and of the builder had been blurred. This image of past included the transmission of knowledge within the system of master and apprentice and the engineer-architect came out as a craftsman, in opposition to the modern man of science.⁶⁸

In relation to this binary narrative of the profession, the cornerstones of the engineering hagiography were set, as well. From the late nineteenth century on, the engineers construed a heroic legend of the modernization of engineering through scientific education. Its principal heroes were the sultans Selim III, Mahmud II and a highly ambiguous figure of Abdülhamid II, founders or reformers of engineering schools. In particular, the sultan Selim stood out as an attractive synthesis of heroism and martyrdom. The engineers felt in "professional and patriotic debt" with this ruler who "loved progress and innovation".⁶⁹ The heroon was also inhabited by figures of popular local and foreign professors, as well as by those graduates who distinguished

68 A detailed outline of this understanding of the history of their professions is provided in a speech by Kemalettin Bey, a graduate from the Civil Engineering School and a prominent architect. The speech of Kemalettin Bey on the occasion of the 37th anniversary of foundation of the Civil Engineering School (7th of November 1920), is reproduced in Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*, 639-643.

69 *Ibidem*, 640.

themselves professionally. Imagined community of engineers surpassed the frontiers of the hereafter: deceased colleagues were often remembered and prayed for. As a whole, engineers emphasized their love of duty (*vazife aşkı*) and did not hesitate to recall the difficult conditions of work and the angers and obstacles they had to face, especially in the provinces.⁷⁰ While presenting themselves as constructors of a better future, the engineers construed their identity through a historical narrative, too, anchoring themselves in the past and in the future.

An imagined community of engineers appears clearly articulated in the Young Turk period. In the following lines, an analysis is offered of its professional discourse that displays a remarkable level of coherence. Engineering comes out as techno-science and as a profession. Actual technical tasks were given high importance in this period. Technical and administrative aspects of engineering appeared in the very core of the professional discourse. We may identify an oscillation between two poles: 1) the engineers displayed a sort of patrimonial relation to the administration of public works, considered as their natural realm. Nevertheless, the engineers resented that they have to negotiate with non-experts in the Administration, and that, as Ottomans, they are often in disadvantage in comparison with their foreign colleagues whose skills were taken for granted and whose criteria were accepted. 2) Ottoman engineers aspired to a broader influence, searching for legitimacy as experts through public recognition. Their expert knowledge and skills served them as a basis for their claim to be taken to consideration as policy-makers, in a broad vision that organically integrated engineering into political economy.⁷¹ Thus for example, Mehmed Refik defended as mathematical truth (*hakikat-i riyaziye*) that in order for the Ottoman agriculture and mining industry - considered as basic potential sources of the wealth of the country- to progress, the Ottoman lands needed a network of communications. This argumentation then led him to defend the necessity of reorganization, stimulation and modernization of engineering education.⁷²

Nevertheless, Ottoman engineers of that time perceived themselves as part

70 Mustafa Şevki Atayman, *Bir İnşaat Mühendisin...*, 13-17, 25-31 and others.

71 Mehmed Refik offers his expert opinion on a hot topic that required decision-making from the government, followed by a systematic plan of action: should the transportation of goods by automobile be promoted (including extensive road-building) in the Ottoman Empire, or is it more profitable and efficient to transport goods by train? Mehmed Refik, “Otomobil-Şimendifer Rekabet Mevhumesi ve Memalik-i Osmaniye’de Vasita-i Nakliye Meselesi, I”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 9 (1910), 249-254.

72 Mehmed Refik, “Mühendislik Mektepleri”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 4 (1910), 76.

of the Ottoman scientific community, too. They participated in passionate debates about the appropriate scientific terminology (whether learned or popular Turkish or foreign terms should be used) and symbols (Latin or Arab signs).⁷³ This question related to knowledge-transmission concerned the engineers on several different levels 1) in terms of communication within the professional (or scientific) community, including the engineering education 2) in the relation to the workforce: the growing gap between engineers and workers was to be bridged by the use of intelligible terminology. Furthermore, some argued for the promotion of middle-level technical education, so these master technicians familiar with modern technical innovations would mediate between the workers and the engineers 3) since the mid nineteenth century, Ottoman elites defined a need to popularize science among the people. The engineers interiorized this mission and specified it in terms of not only disseminating the technical and scientific knowledge, but also in terms of spreading throughout the country the fame of remarkable engineers and architects and other persons who contributed to the development of those fields both in the Empire and abroad.⁷⁴ This again can be interpreted in terms of search for a broad and stable ground for legitimacy that would permit the engineers act autonomously, both on behalf of the state and launching demands towards it. Furthermore, it was also part of what modern Ottoman elites considered a gigantic fight against the ignorance (*cehalet*). After the Revolution, the time of ignorance (*vakt-i cehalet*) was deemed over, but the Ottoman learned men were convinced that the fight against it was not. As the engineers argued, even civilized (*mütemeddine*) countries suffered the problem of ignorance, though conditions of political liberty made it easier to fight against so the lights could eventually prevail.⁷⁵

We have already observed that the engineers established a link between their work (public works in particular) and progress. Thus, a comfortable synthesis was established: to carry out their work and to fight for their collective professional interests was not to be understood as a simple breadwinning and struggle for privileges, but as working for the benefit of all, for the progress of the country. In the Young Turk period,

73 Mehmed Refik, "Ulûm ve Fünûnda Rûmuzat", *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 1 (1909), 13-16 and "Rûmuzat-ı Fennîyemizin Islahı Meselesi", *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 4 (1910), 69, a reply by engineer Margosian, "Hendese-i Mülkiye Muallimlerinden Mehme Refik Bey'e", *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 4 (1910), 69-70; a comment by engineer Cevdet *ibidem*, 98.

74 Art. 2 of the Public Regulations of the Society of Ottoman Engineers and Architects, published in *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 2 (1909), 25-27.

75 Committee of Direction, "Maksadımız", *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 1 (1909), 9.

the engineers established a link between political freedom and progress of the sciences, and of knowledge in general. Abdülhamid's despotic regime that “oppressed the Ottoman nation” was blamed for obstructing and slowing down the *progress of civilization* in general and progress of sciences and letters in particular. The freedom guaranteed by the Constitution was supposed to create ideal conditions for amelioration and progress.⁷⁶ According to the engineers, journals and associations, spaces of expert debate and interchange among colleagues (*meslektaş* - those who share a profession) opened by the regime of liberties, would have positive results, for two major reasons: 1) they would foster debate and transmission of knowledge, so the professional quality of engineers would increase 2) they would permit the engineers to unite and act collectively, promote their profession and “convince the sons of the *patria* towards this art which the country has a particular need of.” This promotion of engineering and architecture was, as we have just discussed, considered beneficial for the progress in general, and for the amelioration through public works in particular. As technicians (*erbab-i fen*), united in the Society of Ottoman Engineers and Architects declared in 1909: “We consider it a sacred duty to work for the progress [in a sense that implies movement upwards, too – note of D.M.] of our fatherland continuing in our profession.”⁷⁷

Professional discourse of the engineers shows that the ways these men changed significantly. By the end of the nineteenth century, a strong sense of belonging to a broad community of modern enlightened Ottoman gentlemen that had developed throughout the long nineteenth century, combined with a more specific understanding of knowledge that distinguished them within this broad group. This knowledge include elements of science, but was understood as different, the elements of application being consistently emphasized. By the end of the nineteenth century, the science and the technology became differentiated and new, specific identities emerged both within the

76 Board of Direction, “Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti'nin Tarihçesi”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 1 (1909) and Committee of Direction, “Maksadımız”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 1 (1909), 9. The latter argues that the technicians (*erbab-i fen*) motivated by the love of the patria and wishing to serve it working for its amelioration were prevented from associating by prominent dignitaries of the despotic regime. The success of such interpretations among the professional public is clear from a letter published in the volume 5 of the journal. The reader Mustafa Remzi, engineer-in-chief of the *sancak* of Zor, established the closest possible relation between the Society and the *patria*: “the ascension and progress of our association means the progress of the patria”. He did not limit himself to nice words and contributed by a donation, as well. “Muharrerat”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti*, 5 (1910), 105.

77 Board of Direction, “Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti'nin Tarihçesi...”, 3-5.

area of science and that of technology. Transnational discourse of science that articulated this differentiation between sciences and technology on global level structured the way of thinking of the Ottoman learned men, too. Furthermore, internal factors might also have contributed. As we have discussed above, *modern science* became understood as an alternative to both ignorance and tradition, and as a key to modern civilization by the second third of the nineteenth century. Being a tool of power, by this discursive operation it acquired a subversive potential, too. Abdülhamid's absolutist regime, built on the ruins of the first constitution and parliament, was particularly cautious about the risks of ideological dissidence. On the other hand, it sought for modern tools of control and government, in a desperate effort to prevent military defeats and further territorial losses. Technology, in contrast to science, might have been considered less ideologically challenging, as well as more convenient to the utilitarian purposes of the governing elite.

This does not mean, of course, that the limited circles of ruling elite achieved to impose and control concepts and meanings, to neutralize subversive potential of a discourse that expanded well beyond the highest echelons of the government. While the engineers interiorized an understanding of the knowledge that identified them in terms of technology or application of science (instead of science or technoscience in general), at the same time they continued to link material progress to a general "spreading of lights." Furthermore, from the very specificity of their knowledge they derived the entitlement not only to carry out, but also to define policies. The discourse of progress and civilization combined with a specific knowledge linked to a particular area of action empowered the new professional elites within and without the Ottoman Administration. By the beginning of the twentieth century, the Ottoman engineers appear integrated *as professionals* in the diffuse webs of power that characterize modern *governmentality*.

Part II Engineers in the Ottoman Empire

Chapter 8: Work of Engineers

This fourth and last chapter on Ottoman engineering focuses on the professional life of the engineers that worked in the realm. It is divided into two major sections. The first, *Engineers and the State*, deals with the different patterns of employment of the Ottoman engineers. We observe how engineering practice was closely intertwined with the patterns of institutional development of the Ottoman state. Therefore, the section begins with an examination of the engineering practice between 1770 and 1830. During this period, the engineers worked at the service of the sovereign. Linked to different traditional and newly created institutions of government, they were employed flexibly in a wide range of tasks. Next, I will outline the systematization of engineering practice within the military apparatus that itself underwent a major institutional reform after the mid-1820s. The expansion of the civil administration in the second half of the nineteenth century brought with it a major redefinition of the competences of engineers and a reorganization of their work, in addition to opening new fields of action for them. After the analysis of these institutional aspects, this section will also offer a more systematic look at the conditions of employment of the Ottoman engineers and at their professional life in general. Briefly, alternative career options of the Ottoman engineers will be discussed, too.

The second section, *The Ottoman Empire, a Land of Opportunities*, dwells mainly on the work of foreign engineers. I have decided to include a special section on foreign engineers, as their massive presence on every level, including their full integration into the Ottoman Administration, served not only to transform the Ottoman territory and the everyday life of its people, but also to shape the configuration of engineering as a profession in the Empire in a way unparalleled in Spain. Foreigners put their skills at the service of the Ottoman sovereign, and they also worked for private companies, foreign and local. The patterns of engineering practice evolved throughout the period, but foreigners maintained their prominent role throughout the long nineteenth century, performing administrative and technical tasks of both a civil and military nature. They established complex relations with their Ottoman colleagues that included patronage, rivalry, cooperation, and competition. As individual experts and entrepreneurs, foreign engineers saw the Ottoman Empire as a land of opportunities for themselves. Furthermore, they also understood it as such from their national

perspective, on a broader level of international competition between European powers many considered themselves part of. Their praxis within the Ottoman Empire stands out as closely related to a broader geopolitical context.

1. *Engineers and the State*

Historians of the Ottoman Empire have occasionally been criticized for being too focused on the state, or even for interpreting Ottoman history according to the principle of *raison d'État*.¹ While such criticism might be relevant and fruitful, resulting in the definition of new fields of research and in the articulation of novel ways of approaching the Ottoman past, the development of Ottoman engineering is precisely one of the issues that simply cannot be understood independently from the transformations of the Ottoman state. In the eighteenth century, men who applied geometry -and mathematics in general- to the solution of technical problems, were employed mainly at the service of a dignitary, the Ottoman sultan above all. The engineers worked in the imperial factories that produced war materials as well as in the shipyards. Moreover, their contributions were particularly important with respect to artillery and fortifications. We also find them at the service of the Imperial Architect-in-Chief, building and repairing imperial buildings and carrying out construction and amelioration projects financed directly by the sovereign.² Techno-military tasks and the construction of imperial buildings represented the dominant patterns of the engineers' employment until the mid-nineteenth century. Since then, the field of action of foreign and Ottoman engineers in the sultan's realm expanded rapidly. During the second half of the nineteenth century, civil administration of public works slowly developed, its competences shaping the military-civil division of the interventionist action of the Ottoman state. Nevertheless, this division was far from impossible to surpass, and several undertakings brought together civil and military engineers until the end of the

¹ A valuable introduction to the historiographical debate on the Ottoman state is available in Carter V. Findley, "Continuity, Synthesis, Innovation, and the State", in Kemal H. Karpat (ed.), *Ottoman Past and Today's...*, 29-46.

² Before the administration of public works developed, the office of Imperial Architect-in-Chief represented the most important non-military "institution" that required the services of staff and students of the Military (Land) School of Engineers. Although the architects at the service of the sultan continued to train their apprentices in the traditional way, through everyday practice, since the beginning of the nineteenth century they also counted on the experts linked to the Military School of Engineers. Imperial Architect could demand their services for particular tasks, as well as for the everyday work in his headquarters. The office of Imperial Architect acquired a new institutional framework by the mid-nineteenth century in the Direction of Imperial Buildings. Brief information on the employment of engineers by the Imperial Architect is provided in Mehmed Esad, *Mir'ât-i Mühendishane-i Berrî-i...*, 40-46.

period analyzed in this work.

The first period stands out for its great degree of flexibility in the employment of the engineers. As we have observed, the engineers of the sultan were not organized in a specialized corps during the eighteenth and early nineteenth centuries, but appear linked to the engineering schools, to traditional institutions like the Imperial Shipyard, and to several different corps: bombardiers, sappers and the sultan's architects. During the reign of Selim III, talented young men from these corps were selected to be trained in the Military School of Engineers. After receiving theoretical education and techno-military training, they served as officers/officials in these corps, distinguished informally by the knowledge they had acquired.³ Men who received education in geometry within the Imperial Shipyard worked as shipbuilders in the dockyards or served as officers in the Navy. However, the link between the schools and the armies remained unstable, intermittent, and blurred, due to the low degree of institutional consolidation of these schools. There is little information available on the work of the people who received training in the two schools of engineering during the last third of the eighteenth and the first third of the nineteenth century, except for one specific group, consisting of the men who became tied to these institutions on a long-term basis. Independently of their position as staff or students (of the exclusive category of *mülazım*), they were sent on missions to carry out particular technoscientific tasks, mainly the building and inspection of fortifications on land and in the ports, map-making, etc. It is remarkable that by the beginning of the nineteenth century, we find them employed in tasks like construction and repair of buildings in addition to commissions directly linked with the art-of-war. At the same time, these men were

3 The situation was, nevertheless, far more complex than the regulations might indicate. In practice, young men with no relation to these corps could join the School, too. We do not have enough information on the continuity of the link between each corps and the school and the regularity the corps supplied it with students and were in turn supplied with trained staff.

As for the corps – the term is used to translate the Turkish word *ocak*, or hearth – it was a way of organization that existed in the Ottoman military and which was also typical of craftsmen. Thus, for example, the architects at the service of the sovereign were organized in an *ocak*, too. The organization of an *ocak* does not rely on a corporate metaphor, but rather on that of a household (it could also mean “home”, a “family line”) and is characteristic of the organization of power during the Ottoman *Ancien Régime*. Some *ocaks* were divided into sections called *oda*, or chamber. Eating together, or at least receiving food from the head of the *ocak*, was a very important element of the corporate practice. In harmony with the idea of household derived from Ancient Greek and Medieval Islamic philosophy, these “households” were also hierarchically structured and members were given specific tasks. Thus for example, the corps of salaried bombardiers, studied by Mustafa Kaçar, was composed of 300 men. The *ocak* was composed of three units, or chambers (*oda*), each counting on 25 officers. The soldiers were to be distributed among them. Besides officers of different rank, the *ocak* also included several experts, teachers-engineers (or geometers), a physician and two surgeons, two religious leaders, scribes etc. Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*

encouraged to translate and/or write books that could be used for teaching purposes. By the mid-nineteenth century, the practice of sending students to perform particular technical tasks was understood to hinder the process of education and prolong it unnecessarily. In the second half of the nineteenth century, the separation between the formal education on the one hand, and engineering practice, on the other, became reality, sometimes resulting in hard times for the graduates when they first had to face a construction job alone and without any previous practical experience.⁴ The teachers of the *mühendishanes*, however, continued being appointed for duties of special importance, their rare expertise being required in a great variety of undertakings.

As we have noted in the chapter, *Engineers and Political Change*, engineering achieved a new degree of formalization and institutional stability within the military during the last years of the reign of Mahmud II (1808-1839). First, the figure of a *mansure* engineer-officer was created within the Trained Victorious Troops of Mohammed (therefore the adjective *mansure*, or victorious), new military units organized by the sultan that were trained in a “European” manner. These *mansure* engineers received the same allowance as infantry officers and depended on the seraskerate, or office of the commander-in-chief. During the first years of the Tanzimat, a special regiment of engineers (*mühendis alayı*) was organized in the framework of the Imperial Arsenal of Ordnance and Artillery (*Tophane-i Âmire*) from the reformed regiment of sappers. Soon afterwards, another regiment was added. Bearing the new name of *regiments of fortification*, these two units led and staffed by engineers-officers, were under the joint command of Selim, a major general who had studied in London. According to the memoirs of Ahmed Sırrı, the members of each regiment shared barracks and received military drill in Prussian and French style. The authorities planned that four engineers-officers (a coronel, a major, and two adjutant majors) should be present in each of the modern-style *Nizamiye* armies.⁵ The fortification regiments could be considered as the closest approximation to the organization in a corps of the Ottoman military engineers.

Besides fortification, artillery represented another field of action closely

4 See Mustafa Şevki Atayman, *Bir İnşaat Mühendisin...*, 12-18.

5 The information about the organization of engineers within in Ottoman armies is gathered from the following primary sources: *BOA*, C.AS, file 486, sheet 20294, 2nd of April 1840. Ahmed Sırrı, *Mühendishane-i Berr-i Hümayûn Nazırı...*, 56-58. According to Ahmed Sırrı, the engineers-officers within the new-style armies of sultan Mahmud II were of the rank of captain (12 men), adjutant major (12 men), and were led by an engineer-in-chief in the rank of major. In the regiments created later, lower military ranks were represented, too.

related to military engineering from the very beginning. In the second third of the nineteenth century, a reorganization of the Military School of Engineers into an artillery section and a fortification section took place in the framework of the institutional changes in the Ottoman armies, artillery regiments being supplied by the graduates on regular basis.⁶ The link of the Military School of Engineers to the Imperial Arsenal of Ordnance and Artillery and to the artillery regiments became so prominent by the second half of the nineteenth century that the whole school was habitually known as School of Artillerymen, despite its official name, Imperial Military School of Engineers. Unfortunately, we have little information at our disposal about the organization of the work of these fortification and artillery officers within the Ottoman army. Nevertheless, we may get some hints from the memories of engineers, from a few archival documents and from the list of graduates of the Military School of Engineers, including their posts at the moment, provided by Mehmed Esad. The Imperial Arsenal of Ordnance and Artillery appears as the sheltering organism in charge of the Military School of Engineers and as the institution that provided employment to the graduates within the techno-military units and establishments depending on it. It seems that there existed an important degree of flexibility as for the employment of the graduates, instead of a standardized career plan. The great majority of those who received training in the Military School of Engineers were (re)integrated according to their specialization either into the artillery regiments or were employed in military construction departments and at fortification works.⁷ During their career, these officers usually carried out a great variety of tasks, moving all around the Ottoman territory.⁸ A selected group of students was employed in more sophisticated duties, in different posts at the Imperial Arsenal of Ordnance and Artillery, in imperial factories and workshops, and in other technical establishments related to the Arsenal. Many appear as teachers in different institutions of education. During the rule of Abdülhamid II, a reorganization took place which included a more standardized proceedings in the employment of the graduates: a

⁶ As we have seen in the chapter on *Engineers and Political Change*, the Land *Mühendishane* was linked to the bombardiers from the very beginning, but as Pertusier's experience indicates, this link weakened after the fall of Selim III.

⁷ As it has been already mentioned, many students who entered the school had no relation to any corps. For the hints on practice, see the report of Colonel Bekir, the director-supervisor of the school in late 1840s, transcribed in Mehmed Esad, *Mîrât-i Mühendishane...*, 74-77. The School's regulations of 1848 transcribed as "Mektebin 1264 senesi nizamnamesi" in Mehmed Esad, *Mîrât-i Mühendishane...*, 79-84.

⁸ Ahmed Sırrı, *Mühendishane-i Berr-i Hümayûn Nazırı...*; Feza Günergun, "Derviş Mehmed Emin pacha...".

selected category of students of both artillery and fortification sections was to study one year longer than the others, and then spend another year close to the Capital in order to receive training within the regiments of their specialization, as well as further theoretical courses at the school. After this period, they were to pass an exam, receive an advanced degree (diploma) either in artillery or fortification and obtain the rank of captain. These men were supposed to work preferably as teachers, in factories and workshops, and in other technical establishments, and if they were not needed there, then they could also be appointed to the corresponding military units they belonged to (artillery, fortification).⁹ Unfortunately it has been impossible to find out whether this project, which, except for the training period, appears as a systematization of a previously established practice, was actually applied.

In spite of the institutionalization of an autonomous military apparatus, military engineers continued to be employed in undertakings that had no direct relation to warfare, and that were also carried out by engineers of civilian status. The Imperial Architect recruited men from the Military School of Engineers and employed them in tasks that included construction and reparation of official buildings, as factories, palaces, mosques, water-deposits. Occasionally, we find military engineers serving the sultan together with foreign engineers at the construction of roads, in land measurements and in urban amelioration. Furthermore, they occupied posts in the administration that developed around particular projects: taking a chair in committees, technical councils etc.¹⁰

Civil administration of public works developed in the second half of the nineteenth century. Several councils and boards created *ad hoc* transformed into more permanent institutions, others were already established as such. Some of these institutions were created specifically to act in the provinces where a particular project was being undertaken, but were nothing but branches of the central state. At the same time, a provincial administration *motu proprio* developed, in which the agents of central

9 Article 3 of the teaching program of the “regulations on the organization and progress of the students of military classes of the Imperial School of Engineers”, reproduced in Mehmed Esad, *Mir'ât-i Mühendishane-i Berrî-i...*, 106-109. One year of practice in units near the capital was to be introduced for the students in 4 year program, too.

10 For Ottoman military engineers working at the construction and repair of building of different character, see Ahmed Sırrı, *Mühendishane-i Berr-i Hümayûn Nazırı...*; BOA, C.DH, file 58, sheet 2896, 21st of November 1865. Several Ottoman engineers worked together with an English and a French colleague on the repair of roads in Crete, BOA, A.MKT, file 246, sheet 49, 30th of July 1856. This pattern of employment was common especially in 1850s-1860s when civilian administration of public works was just beginning to develop.

state coexisted with local forces. Eventually, the Ministry of Public Works (or of Commerce and Public Works) became the sheltering institution for the administration of railways, for the Department of Roads and Bridges, for different kinds of committees and boards that evaluated and inspected projects of technical character that were taking place in the Ottoman Empire.¹¹ Engineers of different origins and education were employed on all levels. Following the traditional ways of training staff, young clerks could actually become engineers by being trained as such while already employed in the administration. The administration of public works was not the only branch of civil bureaucratic apparatus that employed engineers: the administration of posts and telegraphs, too, counted on technical boards (*heyet-i fenniye*) or even on an engineers' bureau (*mühendis kalemi*) in charge of technical aspects of different projects. Telegraphs, in particular, were cherished by the Ottoman government. The development of telegraph administration, which -the state budgets indicate- relied on stable financing, actually stimulated the formation of Ottoman higher and middle-ranking technicians, offering them an opportunity of stable employment.¹² Organization in corps remained foreign to the Ottoman civil administration. Egypt, under formal Ottoman rule, stands out as an exception in this sense. As it has been mentioned in the chapter *Engineers and Political Change*, a civil corps of engineers specialized in hydraulic works was founded there during the rule of Muhammad Ali, representing a successful transplantation to Egypt of the French model of *Corps de Ponts et Chaussées*. In the Ottoman capital, nevertheless, no similar experiment was undertaken.

As it has been noted, interventionist action of the central government was to cover the whole territory (including the regions which had not been under its direct control ever before). For that purpose, provincial administration developed, including posts and institutions in charge of public works. As it has been explained in the first chapter, the territory was divided into provinces (*vilayet*) administered by a governor (*vali*) appointed by the central government. Public works administration followed this territorial division. An engineer-in-chief (*başmühendis* or *sermühendis*) was in charge of the supervision of public works in each province. He counted on an assistant (*sermühendis muavini*) and on several technicians, either engineers or middle-ranking auxiliary technical staff (*kondöktör*). These were distributed around the territory of the

11 Founding regulations of the Ministry of Public Works of 1870 can be found in Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*, 529-532.

12 Posts and Telegraphs were intermittently within and without the administration of Public Works. As for the budget of both, see Figure 1 in the chapter *Engineers and Political Change*.

province, taking charge of the works in smaller administrative units (*liva*). A few worked in the office of public works in the capital of the province. First, the administration of public works depended on the people available in the moment, Ottomans or foreigners, Muslims and non-Muslims, men who had received formal education or practitioners. When the Civil Engineering School began to produce engineers on regular basis the posts of engineer-in-chief and of his assistant got to be covered by these graduates, which *de facto* meant a gradual Ottomanization and Islamization of the provincial administration of public works. During the first decades after the opening of the Civil Engineering School, the graduates had the opportunity to rise fast in the hierarchy, being appointed to a higher category every two years until they reached the category of engineer-in-chief of a province.¹³ Nevertheless, non-Muslim Ottomans and foreigners were not dismissed: the intervention expanded and the fields of action multiplied, especially in relation to the configuration of municipal administration, and so did the need for engineers. The process of Islamization and Ottomanization of the provincial branches of central administration of public works was far from being concluded by the end of the period. The Great War, which was to bring radical changes into the national and ethno-religious patterns characteristic for the Ottoman public works administration, remains out of our analysis.

The memories of several engineers permit us to reconstruct a standard career of a graduate from the Civil Engineering School within the Ottoman administration. The graduates received a diploma (*şehadetname*) certifying their qualification as engineers. They were appointed to a post in the provincial administration of public works by casting lots in a ceremony at the Ministry of Public Works (or the relevant ministry of the moment). This traditional system was supposed to prevent corruption and favoritism. Until the Young Turk Revolution abolished quasi-military ranks for civil servants, the graduates were not only appointed engineers of third class, but received also an administrative rank (*rütbe*), a sign of belonging to the higher bureaucracy. The purpose of this was to grant the engineers prestige and authority traditionally associated to the men of a *military class* at the service of the

13 For the assignation of the posts, see Ergün Toğrol, *İTÜ İnşaat Fakültesi Cumhuriyetin Ellinci Yıl Kitabı*, İTÜ, İstanbul, 1976, 153. For the description of the administrative duties, see Mustafa Şevki Atayman, *Bir İnşaat Mühendisin...*, 10. For the categories of promotion, see Mehmed Esad, *Mîrât-i Mühendishane...*, 162 -163. (The promotion went from engineer of the third class to that of second and then first class, culminating in engineer-in-chief).

sultan.¹⁴ Several graduates were appointed deputy inspectors of railways, a prestigious specialization which, by the end of the nineteenth century, could mean access to well-paid jobs on the construction of railways. The greater part of them was appointed to the post of the assistant of the engineer-in-chief (*sermühendis muavini*) in various provinces. The young engineers could be assigned techno-bureaucratic tasks (i.e. to analyze and correct projects and technical documents, write reports on ongoing works, etc.) or directly be put in charge of a construction site. According to the testimony of Mustafa Şevki, the construction project was a real acid test for the young men, as the Ottoman engineers had carried out little or none practical exercise as students during the great part of the functioning of the Civil Engineering School in the Ottoman period. Those who had shown special scientific inclinations during their studies, were often soon called back to Constantinople to become teachers at the school they had graduated from. Others continued to work in the provincial administration, moving from one province to another every couple of years.

The expansion of the civil administration implied a multiplication of tasks that were to be carried out by technicians. On the other hand, it also led to a greater degree of specialization of particular engineers, as they were attached to institutions in charge of a specific field of action. These included road-building, mining, railways or urban reforms, and will be systematically examined in the following paragraphs. The construction of roads represented one of the most habitual undertakings carried out by the Ottoman civil engineers in the provinces. The first remarkable interventionist action aimed at facilitating the postal service (for the communication of the agents of the government, not for private purposes) and at the amelioration of urban areas, particularly at preventing fires. In the construction of inter-urban roads, institutionalization was triggered and major projects were undertaken on a more systematic basis after the Crimean War. Bounded to the Ministry of Commerce, and later to that of Public Works, a specific administration of Roads and Bridges developed in the following decades. Ottoman authorities promoted a specific legal normative on the construction of roads. Roads were classified according to their importance within the administrative organization of the territory and standard parameters for each category were established. This classification changed during the second half of the

14 Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*, 147 and 154. First, the graduates were given third rank, corresponding to major, later they started from the fourth one, corresponding to adjutant major.

nineteenth century, and new technical procedures were introduced, too.¹⁵

The governor of the province had a broad possibility of action, especially when works of a civil character are considered. He could propose public works in his province and gather money from among the inhabitants who would benefit from the infrastructure. Furthermore, additional financing could be obtained from the central administration of Public Works. The governor was responsible for the elaboration of a yearly plan of road construction, which he was supposed to present in the Public Assembly of each province. The proposal was then sent for an approval by the central authorities. These included the Ministry of Public Works, and, in particular, the Department of Roads and Bridges, an institution which not only gave its opinion and eventual approval, but could also propose modifications. This department also checked on whether the accepted yearly plans had been carried out.¹⁶ In each province, the superintendent of roads, a provincial officer at the service of the governor, was the main person responsible for organizing the construction of the roads.

The duties of engineers and of other technical officials (*fen memurları*) were mainly of technical and managerial character. In general, they were not the ones to determine which roads should be built. The governor could order the engineers appointed by central government to perform the tasks he defined. He could, nevertheless, ask the engineers for their opinion and professional assistance before taking decisions, and the information at our disposal indicates the governors often did so, relying on the engineers' expertise. Furthermore, the engineers could also take initiative and propose convenient projects and technical solutions to the governor. However, it was the governor, an official representing the political-administrative authority who took decisions at the provincial level, not the technicians. According to the regulations, the duties of the engineers consisted of determining the exact route of the new communications according to "technical criteria", designing the project, calculating its duration and approximate requirements in terms of budget, tools and number of the workers, as well as in organizing the work on the construction site. The engineer-in-chief was supposed to decide practical details of labor recruitment and

15 İlhan Tekeli and Selim İlkin, "Osmanlı İmparatorluğu'nda Ondokuzuncu Yüzyılda Araba Teknolojisinde ve Karayolu Yapımındaki Gelişmeler" in Ekmeleddin İhsanoğlu y Mustafa Kaçar (eds.), *Çağımı Yakalayan Osmanlı!...*, 433, Cengiz Orhonlu, "Meslekî bir Teşekkül Olarak Kaldırımcılık ve Osmanlı Şehir Yolları Hakkında Bazı Düşünceler", *Güney-Doğu Avrupa Dergisi*, 1972, 91-138.

16 For detailed information on the duties and competences of the governor, of the engineers and of each institution, see the transcription of the Regulations of 14th August 1869, as well as the information regarding other legislative documents in Mustafa Çadırcı, "Tanzimat döneminde karayolu...."

organization with the superintendent of the roads. They decided how many workers were necessary and determined from which regions they should be recruited (depending on the exact route and the distance of different villages from the construction site). The engineer-in-chief could also make financial decisions within the limits established by the regulations, purchasing tools and material. During the construction, the engineers commanded the staff and workers.

The number of engineers per province grew during the second half of the nineteenth and the beginning of the twentieth century. When the provincial (and local) commissions of public works were created, presided over by the governors (or heads of smaller administrative units), engineers were represented together with local notables.¹⁷ Clearly the engineers had little possibility to define the policy of public works in the province independently from the governor, though they could indeed convince him to give his authorization to the projects they had in mind. The situation could change, however, if a major project was being considered in Istanbul: in that case, local engineers would receive orders directly from the central authorities and the governors were expected to support them. In some sources, the governors appear as allies of the engineers, in the position of a benevolent authority, as promoters of the *raison d'Etat* and of the well-being of common people against the selfish, petty interests of local notables. Nevertheless, in many other cases local notables appear as actively promoting the amelioration of their region and the engineers as fully integrated into the local elites.¹⁸

In general, an engineer directed a particular construction site, counting on one or more subordinated engineers, middle-ranking technicians (*kondöktör*) and scribes. In some regions, only middle-ranking technicians were available to direct construction works. The relation of the engineers with their direct subordinates appears as one of an alliance against the different kinds of hardship endured on duty, managing unruly workers standing out above all. It was a relation of both superiority and companionship: the hierarchy was clear, but the sense of common duty as servants of the state made them respect and acknowledge one another. The fact that these men ate together when on construction site can be interpreted as a sign of existence of such

17 The institutional settings in the field of public works were complex and undergoing constant change. A full-blown specific research on this is still to be done.

18 For the first example, see for example Mustafa Şevki Atayman, *Bir İnşaat Mühendisin...*, 20, 26-27 etc. For the engineers fully integrated into local communities, see for example May Davie, "Manouk Avédissian, alias Béchara..."

community (not of technicians, but that of government officials, as it may include scribes and officials of the Agricultural Bank), albeit a hierarchically structured one, presided by the engineer in charge of the project.

The workers were recruited in different ways and the conflicts between the engineers and the workers were not uncommon. The construction of the roads was financed and carried out by a system of a special road tax (*tarik bedeli*) which could be paid in money or in labor. The people who decided to pay by working on the construction of a road were known as *amele-i mükellefe* or taxpaying workers (the overlapping of the meanings “taxpaying” and “obliged” of the word *mükellefe* is highly revealing, as we will see in the following lines). Their debt often accumulated during several years. The people could pay it off by working during a determined number of days when a project was to be carried out in the region. They were called to perform their duty in groups: therefore, the workers on a construction site were generally from the same village or from several villages in the same zone. The engineers, helped by the middle-ranking technicians and scribes, organized the work, providing the workers with tools and supervising them closely. After fulfilling their obligation, the workers received a certificate in this sense and could return to their homes.

This system was particularly problematic for the engineers who were in charge of the construction and who were also to certify the fulfillment of the labor obligation to the workers. The people often resisted the road tax, sometimes supported by village authorities. They tried to negotiate with the engineers the length of the working period or resisted passively by refusing hard work or by a sloppy performance which could put in jeopardy the quality of the result. In the regions of socio-political unrest, the workers often failed to show up at all. On the whole, civil engineers working for the Ottoman state could not take their authority for granted and had to negotiate with the workers from a superior, but precarious position. Occasionally, it was not only the engineers' authority as representatives of the state that was in danger, but also their very life as the villagers appeared to be ready to use the spades and shovels they had been given to other action than work.¹⁹ This situation shows the limited capacity of the Ottoman authorities including the engineers to transmit the idea to local people of public works as something that could actually benefit them, too. Furthermore, it points to the fact that the legitimacy of the interventionist state was questioned not only by

19 Several conflicts of this kind are vividly described in Mustafa Şevki Atayman, *Bir İnşaat Mühendisin...*

many local notables, but also by passive and active collective resistance of manually working village people.

During the Tanzimat, the bases of a mining administration were set down, as well. Law of Mines was adopted in 1861, practically a translation of the French mining legislation from the Napoleonic period (1810).²⁰ The law established that a mining engineer-in-chief should be appointed to the provinces with substantial mining activity. While France could count on mining engineers educated in the *École des Mines*, the Ottoman government did not establish any institution that would supply men with formal qualification of that task. Therefore, either foreign mining engineers or the Ottoman Muslims and non-Muslims educated abroad (some of them at the above-mentioned *École des Mines*) were employed in the inspection of mining establishments.²¹ A full-blown provincial administration of mines seems to have never developed during the Ottoman period. Mines depended on different institutions, the Ottoman Navy and the Sultan's Privy Treasury (*Hazine-i Hassa*) traditionally playing a prominent role. The mines were generally exploited privately, traditionally operated by local mining entrepreneurs, Muslims or non-Muslims, or, since the Tanzimat, by modern-style companies created by Muslim and non-Muslim Ottomans or foreigners. Foreign and Ottoman mining and mechanical engineers were employed by these traditional mine exploiters, as well as by the companies.²² Major investment by private entrepreneurs was encouraged by the new legislation in 1882 and the last decades of the Empire saw a boom in mining activity. Erol Çatma has shown how the owners of a mining exploitation signed contracts with mining engineers to share responsibility for technical solutions of the exploitation and enlargement of the mines, for security measures, for the well-being for the workers and of the related paperwork.²³ The authorities responsible for a mining area sometimes stepped in and designed general regulations that dealt with these questions and that were to be followed by all the exploiters. Foreign workers were occasionally brought in, like the Croatians from Austrian Empire or the British miners who worked on the mining exploitation in the

20 Fahrettin Tızlak, "Osmanlı Madencilik Hukukunda Yeni Düzenlemeler Dönemi ve 1861 Tarihli Maden Nizamnamesi", *Türk Dünyası Araştırmaları*, 98, 1995, 78.

21 Mining lectures were taught at some Ottoman schools during the second half of the 19th century, though (Imperial Academy of Medicine, School of Civil Administration, School of Orphans, etc.). On the attempts to found a School of Mining, see the chapters *Engineers and Political Change* and *Education of Engineers*.

22 Ahmet Öğreten, "Ereğli Kömür Maden Havzasında Kurulan İlk Şirket", in *Zonguldak Kent Tarihi '05 Bienali. Bildiriler Kitabı*, ZOKEV, Zonguldak, 2006, 300-301.

23 Erol Çatma, "Osmanlı İmparatorluğu döneminde metal..."

region of Ereğli. There also existed a system of compulsory work for the men who lived in the mining region. It differed from the phenomenon of tax payment through labor, used to obtain money or workforce for the construction of roads, as the men employed during part of each month in mining received a wage and an exemption from military service.²⁴ Nevertheless, the effects of the two mechanisms were somewhat similar, as they resulted in a figure of compulsory worker, in villagers who felt coerced to work. Unlike in case of the construction of roads, the relation with the mining was more stable and continuous, whole villages becoming specialized in certain tasks. On the other hand, mining was much more risky for the workers than the construction of roads, mortal accidents and diseases derived from the work in the mines being far too common, as Donald Quataert has shown. It seems that neither the companies nor the Ottoman authorities were particularly motivated to reduce the human costs of mining exploitation.²⁵ By the beginning of the twentieth century, miners started to protest in a more organized, systematic way. After the railway-construction, the mines became the second most important spot of organization of workers' movement in the Ottoman Empire. While the researchers have shown that the authorities and the companies closed ranks *vis à vis* the miners' resistance, a future research should examine the stance engineers tended to adopt in these conflicts and to determine how they were integrated into the complex relations of power in the two fields of action.²⁶ For the time being, we do not have sufficient information at our disposal to even suggest a hypothesis in this sense.

The railroads were most often built by foreign companies that employed foreign engineers or, occasionally, non-Muslim Ottoman subjects. Until the very last years of the nineteenth century, Ottoman Muslim engineers' tasks regarding railroads were limited to inspection and to membership in boards and committees created within the central administration to manage the different projects of railways in the realm. The breakthrough came with the construction of the Hejaz Railway. The decision of the

24 On the legal measures of 1867 that introduced such obligation, see Ömer Karahasan, *Türkiye Sendikacılık Hareketi İçinde Zonguldak Maden İşçileri ve Sendikası*, Zonguldak Maden İşçileri Sendikası Matbaası, Zonguldak, 1978. Donald Quataert, "An Overview of the Zonguldak Coal..."

25 As Erol Çatma has shown, the concern indeed existed and both the companies and the state took administrative measures to regulate working conditions and security of the mines. Nevertheless, as Quataert affirms, the number of accidents remained very high and they affected manual workers above all. Furthermore, no measures were introduced to efficiently motivate the companies to reduce it. The protests of the workers tended to be suppressed. Erol Çatma, "Osmanlı İmparatorluğu döneminde metal...", Donald Quataert, "An Overview of the Zonguldak Coal..."

26 Remarkable research has been done on engineers and social movements in the Republic of Turkey, but similar research that would cover the Ottoman period is yet to be done.

Ottoman authorities to have this railway built by Ottoman engineers should be understood within the propagandistic dimensions of this undertaking, as a display of Ottoman Muslim independence and capacity. The first group of engineers appointed to the task included engineers-in-chief of several provinces, as well as teachers and graduates of the Civil Engineering School. At first, graduates of the school were reluctant to work in such remote and hostile region, and tried to avoid the appointment, so that the authorities felt obliged to threaten the unwilling with the expulsion from civil service. Nevertheless, as the project went on, good salaries and career opportunities convince them to change their mind and the employment at the Hejaz Railway became to be considered a matter of prestige.²⁷ The beginnings were, however, plagued with difficulties. The lack of technical and managerial experience of the Ottoman engineers as far as the railway construction is considered immediately became evident to the point that the Ottoman authorities had to change their original intentions radically and search for a foreign expert to direct the works. After several failed appointments, the German engineer Heinrich Meissner took over. His initial attitude towards the Ottoman engineers was of total lack of confidence in their skills. He foresaw to replace them with foreign technicians. Nevertheless, his stance evolved significantly: Meissner Pasha seems to have realized that the Ottoman engineers' failure to perform was mainly caused by the lack of experience in the field, not by the lack of capacity. Thanks to the commitment of the authorities and to the mental flexibility of Meissner, the Ottoman engineers were given another chance. Thus, after the initial recoil, their proportion among the technicians grew steadily. As Ufuk Gülsoy has shown, the 323 km of railway that lay on the holy lands forsaken to non-Muslims, were constructed exclusively by Muslim engineers, technicians and soldiers, led by Hacı Muhtar Bey.²⁸ On the whole, Hejaz Railway represented not only a major learning experience for the engineers graduated in the Ottoman schools, but also a turning point in their employment. Since then, it was not exceptional for the Ottoman engineers to participate on the railway construction together with foreign experts. When railways acquired an acute military

27 On the employment of engineers on the Hejaz Railway, see Ufuk Gülsoy, *Hicaz Demiryolu*, Eren, Istanbul, 1994, 111-122. On the initial attitude of the graduates of the School of Civil Engineering and its later change, see the memories of Osman Tevfik (Taylan) in Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*, 583-584.

28 Nedret Nuri, "Hicaz Demiryolu Hatıratı", *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 6 and 7 (1908/9). About this engineer and his memories, see Cansever Tanyeri, "Mühendis Ebu'n-Nedret Nuri Efendi'nin Hicaz Demiryolu Hatıraları", *Tarih İnceleme Dergisi*, 9, 1994, 343-353; Herbert Pönicke, *Die Hedschas- und Bagdatbahn, erbaut von Heinrich August Meissner-Pascha*, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1958; Ufuk Gülsoy, *Hicaz Demiryolu*, 134.

importance during in the Great War, experienced Ottoman engineers were there, ready to master their construction, operation, maintenance, protection and repair, together with their German and Austrian colleagues.²⁹

As they did when they built roads, the engineers directed the work of technicians, craftsmen and workers on the railway construction sites, too. To a much greater extent than the road-building, the construction of railways created *ad hoc* transnational communities of workers, bringing together people of different nationalities, creeds and tongues. Railways were also scene of important social conflict, being, as I have mentioned, the cradle of the trade union movement in the Ottoman territory. Nevertheless, the Ottoman engineers who had a vast experience in handling the road construction workers were rarely exposed to new ways of fighting and resistance of workers as it emerged at the railways: these were mainly built and operated by foreign companies that employed foreign or Ottoman non-Muslim engineers. The Hejaz railway where the participation of Ottoman Muslim technicians was remarkable stood out for very specific patterns of recruitment of workers. Local “taxpaying workers” were employed in a fashion similar to the construction of the roads, but it is also the contribution of the Ottoman soldiers as workers that made this project highly specific. Among those who built the railway and provided auxiliary services during the construction, we may identify a noteworthy presence of military units commanded by officers graduated from Military School of Engineers, as fortification and artillery units. Furthermore, the troops linked to the Navy were employed, too.³⁰

Transformation and amelioration of urban areas represented another important field of action for engineers in the Ottoman Empire in the second half of the nineteenth and the beginning of the twentieth century. The cities had always been important *lieux* of display of power for the Ottoman dignitaries, led by the sultan. Royal women were particularly active in this sense. The attention focused mainly on monumental buildings, but also on beneficial works like fountains that both provided potable water to the city-dwellers and embellished the area. Furthermore, there had always existed attempts at controlling urban space and structuring it symbolically,

29 Mustafa Şevki Atayman, *Bir İnşaat Mühendisin...*

30 For an example of a conflict between the engineers (in this case civil servants employed in the Administration of Anatolian Railway) and railway workers (who came to threaten with destroying bridges), see *BOA*, DH.MKT, file 1215, sheet 45, 8th of December 1907. As for the employment of the military units at Hejaz Railway construction, see Ufuk Gülsoy, *Hicaz Demiryolu*, 116-119.

though the capacity of central authorities to impose their decisions proved rather limited. In the second half of the eighteenth century, first quarters with geometrical design were erected, too. Nevertheless, in the second third of the nineteenth century, the ruling elites developed a novel, holistic perception of the city. This vision propelled and shaped a systematic transformative action that encompassed large areas of urban space. As Stéphane Yerasimos showed in his work, intervention into urban space was one of the key stimuli to the development of a specific legislation on the Public Works.³¹

We have to consider that, except for Istanbul, an autonomous municipal administration developed only by the last decades of the period analyzed here. Public works in the provincial cities were designed and performed by the provincial administration or, especially in case of emergencies (fire, earthquake, damages caused by war, the arrival of a railway) even directly by central authorities and by staff sent from Constantinople.³² Even in the Ottoman capital where the experiments with an autonomous municipal administration started much earlier, it remained closely tied to the central government structures. To identify correctly the agents of transformation of urban space, we shall bear in mind that ameliorations in the provincial cities were often promoted by the governors and carried out by the engineers of provincial administration of public works appointed from the center. Except for the capital, the discourse of intervention in urban areas institutionalized mainly within the provincial administration. The men who served in the provincial administration -including engineers- were often locals, and local notables did indeed actively shape the intervention in urban space. Provincial representative bodies had their say in public works policies and the weight of the urban nuclei within a province and within its administration was prominent. Local elites, Muslim and non-Muslim, understood the possibilities cities offered as a space of production of meanings. From within the institutions of provincial administration and from without, local men and women of status contributed to redefine the urban space and transform the ways it traditionally served as a scene of display of their power in the novel framework of the discourse of civilization and progress.³³ When municipal

31 Stéphane Yerasimos, "Occidentalisation de l'espace..."

32 After a fire devastated part of Thessaloniki, the authorities understood it as an opportunity to redesign that area, and create wide streets. For that purpose, they sent an engineer there: *BOA*, A.MKT.MHM, file 9, sheet 41, 29th of December 1848.

33 Urban reforms in different Ottoman cities have been widely studied in recent decades and a vast bibliography exists on this subject. See for example: Zeynep Çelik, *The Remaking of Istanbul. Portrait of an Ottoman City in the Nineteenth Century*, The University of Washington Press, Seattle, 1986, Candaş Bilse, "Remodeling the Imperial Capital in the Early Republican Era", in Jonathan Osmond and Ausma Cimdina (eds.), *Power and Culture. Identity, Ideology, Representation*, Edizioni

administration began to institutionalize in the cities scattered around the Ottoman territory in the late nineteenth century, its development was shaped by this previous experience.

The seat of the Court, Constantinople, received a special treatment which deserves an analysis on its own. In fact, Ottoman authorities first approached the question of systematic urban planning and amelioration in relation to the fires that devastated Constantinople (as well as Thessaloniki, Smyrna and other Ottoman cities). This was not a new issue, as the authorities had for long been trying to get the owners of the houses to change their practice and build the lodgings in a way that would prevent the fire from spreading so easily. Nevertheless, these rulings had been inefficient and had not considered a systematic transformation in terms of regulating the spatial characteristics of already existing quarters. By the second third of the nineteenth century, nevertheless, the fires that plagued the capital were not only destructive in itself, but began to be perceived as a sign of the lack of control of the Ottoman authorities over the urban space, first by the foreigners, and then by the Ottoman reformers themselves. Since the late 1830s, the Ottoman statesmen approached the problem as a matter of state, issuing laws and regulations about the suitable house-building and dimensions of the streets. The vision of modern capital both as a *lieu* of display of power and wealth, and as an orderly space fully under the government's control, took a concrete form of geometrical urban design, understood as reflecting rational order as opposed to “chaos” and “lack of control” associated with spontaneous urbanization. As Yerasimos and Rosenthal have shown, the criteria of hygiene gained prominence, too: 1) cleanliness of what became understood as *public space* represented a sign of order and civilization 2) hygienist and medical discourse on the prevention of diseases took roots not only among the governing elites, but also among broader circles of urban population. New legal measures were adopted, including laws that permitted compulsory purchase (for public use), indispensable for carrying out big-scale projects. In their effort to carry out these projects, central and municipal authorities had to face not only a chronic lack of money, but also the opposition of the property-holders, especially the wealthy and powerful pious foundations.

First, it was the Direction of (Imperial) Buildings (*Ebniye-i Hassa*), an

Plus, Pisa, 2007. For the role of the Ottoman elites in the amelioration and embellishment of public space before the Tanzimat, see for example Lucienne Thys-Şenocak, *Ottoman Women Builders. The Architectural Patronage of Hatice Turhan Sultan*, Ashgate, Aldershot, 2007

institution of central government which developed in 1838 from the office of the Imperial Architect-in-Chief, that took charge of the construction and maintenance of the intra-urban roads, besides keeping in shape the imperial buildings under its responsibility.³⁴ After the Crimean War, two institutional ways of approaching the amelioration of the capital came to existence, and the engineers took part in both. Under the pressure of foreign subjects living in the Ottoman capital, the Ottoman authorities decided to launch an experimental municipality, the so-called Sixth District that included Pera, the area mainly inhabited by European foreigners and by Ottoman non-Muslims. The second enterprise – a more successful one if immediate results are taken to consideration- was the Commission of the Amelioration of Roads (*İslah-ı Turuk Komisyonu*), created by the central government after a big fire which in 1865 devastated the very center of the city, on the other side of the Golden Horn where the institutions of government were found. This Commission employed engineers in tasks that included the design of wide avenues and rebuilding of houses according to the principles of fire-prevention.³⁵

The complex development of municipal administration of Istanbul cannot be dealt with in detail in this work. In 1868, the Commission of Amelioration of Roads and the autonomous municipality of the Sixth District were abolished and Istanbul Municipality came to existence. This meant the merge of the institutions of Public Works Administration that had been created either within the Sixth District or linked to the central Administration. The Direction of Buildings (by then known as *ebniye idaresi*) became the technical core of the intervention to the urban space in the Ottoman capital. When it was reorganized by central authorities in mid 1860s in order to carry out the tasks defined in the new regulations on buildings and roads, engineers occupied posts of importance. Hüseyin Şevki Efendi, professor at the Military School of Engineers, was appointed as a deputy of the first director of this institution that depended on the Ministry of Commerce before it became attached to the newly created Istanbul Municipality in 1868. Furthermore, adjutant major Hayri Efendi, a member of the Council of Bridges, was appointed engineer of the construction of roads. Italian engineer Luigi Storari who had been working in the realm for a couple of years mapping and redesigning burned urban areas, was appointed official for

34 On the office of Imperial Architect-in-Chief, or *mimar ağası*, which had been previously organized in a more personal way, characteristic of the household patterns of the *Ancien Régime* administration, see footnote 2 of this chapter.

35 Osman Nuri, *Mecelle-i Umur-i Belediye...*

measurements.³⁶ After its integration to the municipality, the Direction of the Buildings was attached to the central municipal administration and branches were to be established in each district. A few years later, it was decided that an engineer-in-chief should be appointed to each municipal district, together with several engineers to work under his supervision. In practice, the municipal organization did not develop to the degree foreseen, and the engineers operated from the headquarters of the municipality. The engineer-in-chief of the municipality was to be represented among the leading municipal authorities, too. The Direction counted on a *hendesehane*, a house of geometry (or, by that time, engineering) where the engineers gathered to work and receive training. This house of geometry, based on the Ottoman administrative traditions, was transformed in a technical committee (*heyet-i fenniye*) after the Young Turk Revolution. A similar establishment existed in the Sixth District, the municipal sub-division that counted on the most developed public works administration. As Osman Nuri described in his work on the history of Istanbul municipality, central technical committee of the Istanbul Municipality was divided in three in 1907/8: committee of architecture, committee of geometry and committee of measurements.³⁷ Further reorganization took place in the following years and by the end of the period different sections consolidated for inspection, roads and bridges, architecture, projects, machines and industry, city maps, etc. Occasionally, the Direction of Buildings was in charge of the inspection of public companies, too. The few dozens of engineers who worked in the municipal administration of public works were most often practitioners trained by their superiors, though as we have seen, military engineers and foreign experts worked for Istanbul Municipality, too.³⁸ In general, municipal administration of public works operated strangled by lack of money and the practitioners who worked as engineers enjoyed low prestige. If a remarkable project was to be carried out, foreigners were often hired for salaries their Ottoman counterparts could only dream about. It was only after the Young Turk Revolution when patriotic and professional confidence of the civil engineers educated abroad and in the Civil Engineering School permitted them to

³⁶ On Luigi Storari's work in the Ottoman Empire, see *BOA*, A.AMD, file 68, sheet 13, 1855/6; A.DVN, file 141, sheet 77, 1855/6; A.VN.MHM, file 28, sheet 4, 1858/9; A.MKT.MHM, file 139, sheet 11, 1858/9; A.MKT.NZD, file 178, sheet 31, 1855/6; A.MKT.NZD, file 377, sheet 35, 1861/2; A.MKT.NZD, file 350, sheet 82, 1860/1; A.MKT.NZD, file 351, sheet 28, 1860/1; I.DH, file 395, sheet 26165, 1857/8; I.DH, file 410, sheet 27159, 1858/9; I.DH, file 430, sheet 28443, 1858/9.

³⁷ Osman Nuri, *Mecelle-i Umur-i Belediye...*, 1018-1031. On the *Hendesehane* of the Sixth District, see *BOA*, Y.MTV, file 299, sheet 72, 20th of June 1907.

³⁸ Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*, 561.

question this practice.³⁹

In the capital and in the provincial cities, the intervention into urban space reached unprecedented dimensions during the last third of the nineteenth and the beginning of the twentieth century. Urban space acquired new significance and new agents participated in its transformation, on discursive and on practical level. Broader public, including socio-professional groups, became engaged in the debates concerning what was now understood as public space. Such proliferation of discourse can be understood both as a sign and as a vehicle of configuration of modern governmentality. Order and beauty, that had for centuries been organizing principles of urban intervention, related to power in new, unprecedented ways. The notion of order expanded to include principles of hygiene directed towards the control of epidemics and later also towards general improvement of health and fitness of the population. As Stéphane Yerasimos pointed out, considering urban reforms, the Ottoman authorities came to profess the “credo of the nineteenth century urbanism: order, hygiene and embellishment.”⁴⁰ Gender and social significance of the urban areas was redefined, too. Furthermore, a less static conception of order developed: the need to open the cities to orderly circulation underlay reforms that included enlargement and pavement of avenues and bridges and installation of public transport facilities. Furthermore, in the framework of international competition, the cities were reorganized to display the progress of the Empire on the path of the civilization. Provincial elites engaged in the urban amelioration to assert regional importance of a city, too. While geometric order was understood as rational and therefore universal principle of civilization, the Ottoman elites in the capital and in the provinces asserted their own identity and cultural particularity favoring an “Oriental” style in official buildings.⁴¹ This multidirectional

39 The topic of the position of foreign engineers and on national exclusivity is debated in the chapter on *Identities and Discourse*. In this point I would like to point out that the vast projects of public works undertaken by the young Turks and later by the Republican government did actually give a new stimulus to the employment of foreign engineers. Nevertheless, at the same time, this massive intervention offered more opportunities to the Turkish engineers, too. Furthermore, both the Young Turk and the Republican Regime actively sought to improve the education opportunities of the local engineers.

40 Stéphane Yerasimos, “Occidentalisation de l'espace...”, 114.

41 See footnote 33 of this chapter, as well as, for example, Irene A. Biermann, Rifa'at Abou-el-Haj and Donald Preziosi (eds.), *The Ottoman City and Its Parts: Urban Structure and Social Order*, Caratzas Press, New Rochelle N.Y., 1991; Zeynep Çelik, *The Remaking of Istanbul, Portrait of an Ottoman City in the Nineteenth Century*, University of California Press, Berkeley/Los Angeles/London, 1984; Davie, May, *Beyrouth 1825-1975, 150 ans d'urbanisme*, Ordre de Ingénieurs de Beyrouth, Beyrouth, 2001; Jens Hanssen, Thomas Philipp and Stefan Weber, *The Empire in the City: Arab Provincial Capitals in the Late Ottoman Empire*, Orient-Institut der Deutschen Morgenländischer Gesellschaft, Beyrouth, 2002; Çağla Caner and Pelin Yoncaci, “(Re)reading the Grand Ceremonial Hall of the

expansion of interventionist attitudes towards urban space multiplied the opportunities for engineers, too. Ottoman military and civil engineers, together with foreign experts, appear related to projects and institutions of public transport, city lighting, water distribution, etc. In this sense, urban amelioration constituted not only a major expansion of their field of action and increased their visibility and public acknowledgement, but also represented a gateway to the work in companies. These could be public, semi-private or private, but in any case they enjoyed an important degree of autonomy and offered different career patterns than the Ottoman administration of public works.

It is very difficult to make general statements about the career and conditions of work of the Ottoman engineers, even if we only considered those who worked for the Ottoman administration in the central and provincial institutions, and for the Istanbul municipality.⁴² There existed no corps of engineers or a single system of promotion or of payment. Until the mid nineteenth century, the Ottoman government depended to a great degree on household organization and on personal ties of loyalty that combined with regulation by internal legal measures of the conditions of recruitment, work and payment. The regulations of engineers' work differed according to the institution that employed them (the Imperial Shipyard, the Arsenal of Artillery and Ordnance, the Architect-in-Chief, etc.) and even then, there existed a great deal of flexibility. For many decades, the *hendesehanes*, or schools/houses of geometry, represented the main way of organizing the engineers. The staff of the schools -together with a selected group of students- was hierarchically organized and received a fixed salary plus diets (room and board).⁴³ When they were sent to the provinces to perform particular technical tasks, they received extra money, the quantity being established for that purpose. When on mission, the engineers could ask for a salary increase and it

Dolmabahçe Palace”, in Pieter François, Taina Syrjämaa and Henri Terho, *Power and Culture. New Perspectives on Spatiality in European History*, Edizioni Plus, Pisa, 2008, 45-72.

42 It is extremely difficult even to offer an estimation of the number of the engineers who worked for the Administration. We do have numbers of the graduates from the engineering schools, that are provided in the chapter Education of Engineers, but we know that dozens of other engineers, Ottoman and foreign subject, worked for the Ottoman administration. Osman Nuri offers some hints on the number of employees of the administration of buildings (*ebniye daireleri*) in the municipal administration of Istanbul in 1868/9: 39 technicians were employed in the headquarters, 10 in the department of the first district, 9 in the department of the second district, 8 in the third, 10 in the fourth, 7 in the fifth, 9 in the seventh district (the sixth one is the autonomous district which included Pera). They all seem to be Ottoman subjects, both Muslim and non-Muslim. Osman Nuri, *Mecelle-i Umur-i Belediye...*, 1018-1031.

43 For the period until 1808, see the fundamental work of Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim ve...* For the organization, categories and salaries of the municipal technicians in 1869/70 see Osman Nuri, *Mecelle-i Umur-i Belediye...*, 1018-1031.

depended on the benevolence of the superiors whether this was conceded.⁴⁴ The patterns of promotion changed, but on the whole they depended on the existence of a vacancy (system of a *chain*), on the antiquity and on merit as recognized by the superior officials.

By the end of the nineteenth century, the patterns of payment and promotion became more regular within the Administration of Public Works. Thus for example, the engineers' salary on his first appointment consisted of 650 kurush, 150 kurush for travel expenses in 1900s.⁴⁵ The ones appointed teacher's assistant earned 800 kurush a month. To have a point of reference, we may quote the engineer Hulki Erem who affirmed that approximately 346 kg of meat could be purchased for 800 kurush at that time. The technicians employed on the Hejaz railway were paid even better, 1000 kurush, an excellent salary corresponding to the one received by officers in the rank of a major. According to the engineer Osman Tevfik, these salaries received by the graduates from the Civil Engineering School at their first appointment were higher than those of the graduates of all other superior schools, who entered public service. The engineer Hulki Erem maintained, the engineers within the administration of public works were envied for their salaries. The engineers themselves valued this first salary as permitting them comfortable, prosperous life.⁴⁶

In spite of the consolidation of some common elements, career patterns remained highly individual: as we may see from the summary of the career of the engineer Hüseyin Cevdet, the engineers were moved from one task to another according to what the Ministry of Public Works considered the immediate need and this often included an increase in salary and administrative rank. Occasionally, one's salary could

44 The same was true for other men employed by the Ottoman state: see for example the copy in French of a letter written in Ottoman by Hafız, the Director General of the Railways in European Turkey to M. Demarteau, technical inspector working in Ottoman Bulgaria, accepting his recommendation to increase the salary of the supervisor Hazuranič, in *BOA*, T.NFM. 703.16, 13th of June 1873.

45 According to the record of the career of Hüseyin Cevdet (Erdemi), he started in the Technical Office of the Ministry of Public Works in 1894, earning 300 kurush. The cipher of 650 kurush plus expenses for early 1900s and the other details are provided by the engineers Osman Tevfik (Taylan) and Hulki (Erem). See Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*, 571, 583-584 and 591-592.

46 *Ibidem*, 583-584 and 591-592. A Spanish engineer in Barcelona could buy the same amount of lamb for 768 pesetas. A Spanish "aspirante segundo" earned 1.250 pesetas a year and an engineer of the second category earned 2.250 pesetas a year. The salary of the Ottoman engineer who worked as teacher's assistant was approximately 3.318 pesetas a year. We may appreciate that the Ottoman engineers graduated from the Civil Engineering School were really well-off. For the price of lamb meat in Barcelona in the period between 1900 and 1913, see Roser Nicolau Nos and Josep Pujol Andreu, "Urbanización y consumo: la ingesta de proteínas animales en Barcelona durante los siglos XIX y XX", *Working Papers* (Universitat Autònoma de Barcelona. Unitat d'Història Econòmica), 4 (2004).

actually drop when the engineer was moved to another, less prestigious task.⁴⁷ The engineers could receive an additional salary, too. Thus for example a man who combined teaching in two schools, though officially staff only in one of them, could accept remuneration from the other, too. The right to receive a pension, which extended to the wives and children of a deceased government official, had traditionally existed in some branches of the Ottoman military and civil administration and the 19th-century engineers who worked within the Ottoman administration enjoyed it, too, be they Ottoman Muslims and non-Muslims, or foreigners.⁴⁸ In general, persons who held high office had vast possibilities for initiative in terms of the promotion and the remuneration of public employees. Sometimes we get the impression that promotion could serve as a way of neutralizing men of skills and initiative the Administration could not afford to dispense with, but who at the same time proved to be uncomfortable for someone at a particular post.⁴⁹

The engineers' family life was marked by endogamy within the administration and by mobility. As in other branches of the administration, it was very common for the Ottoman engineers to establish family bonds with their colleagues, marrying sisters, daughters and other female relatives of their peers and superiors. This practice strengthened socio-professional ties between the government officials, contributing to stability and coherence of the hierarchical structures of government before and while the modern-style institutionalization took place. Furthermore, vertical bonding helped produce and reproduce a community of specialized officers and/or governmental officials. Both ways of relating to one another may have at the same time contributed to keep open the channels of informal circulation of technoscientific knowledge. The work in a province could mean an opportunity to get married establishing useful family ties with other servants of the state or with local elites. Besides the advantages, combining military and/or administrative career with marriage also had its perils, limiting one's possibilities of maneuver within both professional and personal life, or even affecting negatively one's career if the relations went sore. One way or another, the practice of marrying the female relatives of colleagues and superiors

47 *Ibidem*, 571-572.

48 For pensions paid to the female relatives, see for example the lists in Osman Nuri, *Mecelle-i Umur-i Belediye...*, 1018-1031. For the rights of the engineers employed at the Hejaz Railroad, see Ufuk Gülsoy, *Hicaz Demiryolu*, 121.

49 Mehmed Refik's career seems an example of this. See Meltem Akbaş, "Elektrik Mühendisi Mehmed Refik..." I am indebted for this observation on Mehmet Refik to the author of the above-mentioned article, Meltem Akbaş.

remained common all throughout the period.⁵⁰

The engineers employed in provincial administration generally established their residence in the capital of province (or of a smaller administrative unit they worked in), together with their family. When they moved to the construction venues in the remote areas, they left their family behind for weeks or even for months. If the province an engineer was appointed to, was deemed particularly dangerous or politically unstable, he could decide to leave their wife and children with his in-laws or other relatives. So did the engineers who worked in the central administration in Constantinople and were sent to the provinces only on particular missions. The practice in the provinces might sometimes be dangerous, due to the political unrest and to the attacks of the “bandits” or “rebels” who kidnapped foreign and Ottoman officials alike, for ransom or to use them in political negotiations. Furthermore, the ongoing losses of territory, concerning the provinces where most of the work in fortification and in infrastructure had been done, made the Ottoman engineers face frustration continuously. Independently of the great variety of patterns of employment of the Ottoman engineers, military and civil, they perceived their work as service and shared the insistence on their sense of duty. As the nineteenth century progressed towards its end, however, a shift can be observed from an understanding of their service as a personal tie to the sultan (and to their closer superiors) towards an abstract vision of service to the state.

Engineering also developed as a liberal profession in the Ottoman Empire: it was mainly due to the foreigners and to the Ottoman non-Muslims. Even in that case, their professional practice often remained related in one way or another to the Ottoman state, the key client of the private enterprise. It was both difficult and inconvenient for the graduates of Ottoman schools of engineering to leave the safe haven of public employment. Foreign companies mistrusted the skills of engineers educated in the Ottoman Empire, if not directly discriminated against Ottoman Muslims.⁵¹ When some engineers tried the way of self-employment, they soon found out that it was hard to

50 On the marriage to the female relatives of colleagues and superiors, including the perils of such practice, see the memories of Ahmed Sırrı. Ahmed Sırrı, *Mühendishane-i Berr-i Hümayûn Nazırı...*, 117-119 and 186-189. Derviş Pasha, a graduate of the Military School of Engineers and professor at the Imperial Academy of Medicine and at the Military Academy, was married to a grand-daughter of Yahya Naci who had once been teacher in the Military School of Engineers.

51 The jobs offered in the private companies to the Ottoman non-Muslim engineers were not very prestigious either. As Maria Georgiadou has shown, for the upmost echelons of the Ottoman Greek elite, working as an engineer for private companies was not considered respectable. Maria Georgiadou, “Expert knowledge between tradition...” (in contrast to the work in the Administration or to practicing medicine)

compete with foreign rivals for limited opportunities. According to the engineer Osman Tevfik, when two Ottoman Muslim engineers got a job in a foreign railway company operating in the Ottoman Empire, this was considered as a big breakthrough for their colleagues, as a boost for their professional self-confidence.⁵² Nevertheless, the Ottoman engineers did indeed venture beyond their tasks in the administration: we find Ottoman Muslim and non-Muslim engineers applying for concessions, for license of commercial projects that held technical characteristics, but also for permission to publish a journal or to found a private school. Furthermore, men recognized as engineers, mainly non-Muslims, were hired by private mining entrepreneurs.

In terms of socio-professional standing, the position of Ottoman engineers differed substantially from that of Ottoman architects: while growing number of wealthy families, companies and institutions could indeed afford an architect to build a house for them, projects requiring an engineer were more complex and, until the last decades of the Empire, generally required implication of the Ottoman state and/or foreign capital, both highly reluctant to employ free-lance Ottoman engineers. Therefore, it is not surprising that while several architects-liberal professionals, mainly Armenians, appear as members of the Society of Ottoman Engineers and Architects in 1909, almost all engineers were government officials.⁵³ However, it was precisely then, in the beginning of the twentieth century, when the conditions began to change. The possibilities for technicians became more diverse in the framework of growing intervention in the urban space fostered by the twofold dynamics of the second industrial revolution (electricity, lighting, new means of urban transport) and the expansion of municipal administration. Especially after the Young Turk Revolution, Ottoman Muslim engineers occupied posts in public companies and dared to enter private business, too. The negative reaction of the authorities of central administration towards the initiatives of the latter kind may be interpreted precisely as a sign that such self-employment was becoming a realistic option and a real “danger” existed that the men trained to work in the Ottoman Administration would seek fortune elsewhere.

In spite of the limited success of their attempts at expanding their field of action towards private enterprise -dominated by foreigners-, the Ottoman engineers had,

52 See the memories of Osman Tevfik (Taylan) in Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*, 583-584.

53 The lists appear in the *Journal of the Society of Ottoman Engineers and Architects*. For a comprehensive, systematic list in which the post and the date of joining the Society appears, see Feza Günergun, “Osmanlı Mühendis ve Mimarları Arasında...”, 65-66.

as we have seen in the previous chapter, the vocation of liberal professionals. The fact that they created an association open to civil servants, liberal professionals and employees of private companies did not, in my opinion, derive exclusively from the acknowledgement of the *status quo* among the Ottoman architects. In the light of the prominence of Mehmed Refik in the association and taking to consideration his encouragement of engineering students to dare beyond civil service, I would argue that the founders of the Society foresaw all these three ways of engineering practice -civil service, liberal profession, employment in a private company- as relevant options for Ottoman citizens, as desirable career patterns if not for the moment, then in the close future.

2. The Ottoman Empire, a Land of Opportunities

The story of Ottoman engineers in the long 19th century would remain incomplete without mentioning the men of foreign origin who worked in the Empire.⁵⁴ Not only they designed and built great part of the Ottoman infrastructures, but they also engaged in an intense relation of exchange with Ottoman authorities and with local technicians. Thus they contributed to shape engineering education, the administration of public works, as well as the lives and careers of the Ottoman engineers. At the same time, the work of foreign experts in the Ottoman Empire should by no means be interpreted as a sort of charity. Quite on the contrary, for many it represented an opportunity to earn more money than they would have earned in their country of origin, a step forward in their career, a way of escaping from an uncomfortable situation or a possibility to gain useful professional experience in a specific geo-climatic zone (as was the case of agronomists, civil engineers specialized in irrigation, etc.). Furthermore, some of them acted as agents of European governments and companies, promoting their national and/or commercial agenda or preparing ground for different forms of conquest and domination.

We may identify certain patterns in the employment of foreign engineers throughout the period analyzed here. There were several ways of engaging directly or indirectly in the work for the Ottoman Administration. Two of them coexisted, though

⁵⁴ This section benefits from the research on the work of foreign experts in the Ottoman Empire Meltem Akbaş and I have been doing together since 2008. We have presented its preliminary results for the period 1770-1830 at the XXIII Congress of History of Science and Technology in Budapest, 28th July-2nd August 2009, and we will present an analysis of foreigners in the Ottoman engineering education during 1830-1918 at the Conference on History of Science and Technology in Barcelona, November 2010.

intermittently, during the long nineteenth century, while the third one appeared during the second third of the nineteenth century. Entering the service of the sultan on an individual basis leaned on a centuries-long tradition of men offering their skills and seeking opportunities far away from home, in a broad space that extended from Portugal to what today is known as Afghanistan, from Sweden to Algiers. Since the late eighteenth century, groups of experts arrived from different European countries in the framework of a more or less organized international cooperation, too. There were also other practices that lie in between these two patterns: for example, when the Ottoman authorities actively sought for technicians in particular countries or foreign institutions, either via embassies or sending men of confidence to recruit suitable persons. By the mid-nineteenth century, a third major pattern emerged in connection to the further integration of the realm to the world economy and the emergence of modern capitalist practices: the arrival of foreign companies and the creation of new ones, with foreign, local or mixed capital. These companies generally operated in some kind of relation with the Ottoman government. Thus for example, the railways in the Ottoman Empire - but also some roads- were built mainly through the system of concessions. The companies that held these concessions employed foreign engineers in noteworthy numbers. Furthermore, engineers and technical workers also came to the Ottoman Empire with the technology bought abroad by the Ottoman government, their work being included into the original contract of purchase.⁵⁵

The first pattern represented, as it has been just stressed, a continuity of practice from the past. As they had done in Early Modern Era, Italians, Poles or Frenchmen continued to enter the service of the sultan individually, establishing a formal personal relation of loyalty to the Ottoman sovereign. The conversion to Islam, while by no means a condition *sine qua non*, had been a way of reaching the highest posts until the mid-eighteenth century. By the late eighteenth century, the conversion was no longer demanded, as the prestige of European knowledge rose at the same time when the willingness of European men of certain status to permanently shift their loyalties decreased.⁵⁶ Nevertheless, the employment of foreigners on individual basis

55 Thus for example in the memories of Mustafa Şevki appear cases of German and Belgian technicians coming to assemble an iron bridge purchased by the Ottoman authorities. Mustafa Şevki Atayman, *Bir İnşaat Mühendisin...*, 24-24 and 32-37.

56 The case of Selim the Englishman can be read as a sign of the change, as a sign that for the Ottoman authorities it was more prestigious for a man not to convert, to remain “European”. This engineer came to Istanbul during the times of Selim III to work in the iron-processing in imperial factories. After he converted, his person and his work apparently became less appreciated by the authorities and

did not cease, quite on the contrary. During the second third of the nineteenth century, when state intervention expanded and new fields of action were defined, Ottoman authorities did not doubt to cover the immediate need for expert technicians by hiring foreigners. These men were appointed for particular tasks, mainly to build infrastructures and to introduce and operate latest technology as fast, as efficiently and as cheaply as possible. They were paid a monthly salary established in the contract, plus some extra fees for the journey to the provinces.⁵⁷ Some worked for the incipient municipal administration, still closely linked to the central government. Thus for example, an Italian engineer Luigi Storari, who was originally hired for a particular task, worked in different cities of the Empire, ended up appointed as a specialist in map-making and measurements of the Direction of Buildings (*ebniye idaresi*) of the newly founded municipal government of the Capital.⁵⁸ Gradual construction of the administrative apparatus in charge of public works, both on the level of central administration and its branches in the provinces, as well as on the municipal level, represented a multiplication of opportunities for Ottoman Muslims and non-Muslims. At the same time, it broadened and stabilized the career opportunities for foreign engineers, too, as the principle of national exclusivity was not established. The growing presence of foreigners had an impact on bureaucratic practice, too, and the French served as another language of official communication together with the Ottoman Turkish. The practice of hiring foreigners and of integrating them as into stable administrative structures, was becoming, nevertheless, seen as problematic, for several reasons. By the last third of the nineteenth century, the change in the way of legitimizing power modified also the position of foreign engineers who worked directly for the Ottoman authorities, at least on symbolic level. We may appreciate this change in the contract of the engineer André Berthier from 1892: while the foreign expert entered the service of the sovereign in the traditional logic of establishing a personal relation of loyalty between a dignitary and a servant, he also had to commit himself to

he finally returned to England. His story was told by Kethüdazâde Mehmed Arif Efendi, a distinguished scholar of that period. See Ekmeleddin İhsanoğlu, 'Osmanlı Havacılığına genel bir bakış', in Ekmeleddin İhsanoğlu and Mustafa Kaçar (eds.), *Çağın Yakalayan*, 503-504. Selim the Englishman also appears in several archival documents. The question of the decrease of the willingness to shift loyalties did not concern only the Ottoman Empire, though its image in the European countries which began to stress backwardness and weakness might have contributed to the trend.

57 See the bilingual version of the contract of engineer André Berthier, *BOA*, Y.PRK.HH, file 26, sheet 7, December 1892.

58 On Storari see archival documents quoted in the footnote.36 and Osman Nuri, *Mecelle-i Umur-i Belediye...*, 1018-1019.

avoir pour but constant not only the interest of the sultan, but also that of the Ottoman Empire, that is, an abstract entity other than the figure of the ruler. Furthermore, there were other reasons: foreign engineers were expensive; the Ottoman authorities often could not know in advance whether they would be worth what they were paid. The problem of confidentiality was also to be taken to consideration in the context of massive penetration of foreign companies into the realm and of their competition for concessions. However, the Ottoman Administration never ceased to require the services of foreign experts. Young Turks did not escape the dilemma between the desire to free the Empire from foreign intervention, to pursue independent policies aimed at saving and strengthening it, on one hand, and the dependence on the foreign capital and experts, on the other. For politicians that got to power promising to save the Empire from the demise and for a regime that obtained legitimacy through the Nation, public works were a proof of governing for the benefit of the fatherland. Furthermore, they represented a way of saving what was left of the Empire by improving its military capacities and the efficiency of administrative control, as well as by boosting its economy. Therefore, while attention was paid to promote technical and scientific education in the Empire on behalf of a future self-sufficiency and measures were adopted to enhance the position of the Ottoman citizens within the central and provincial administration of public works, the demands of the Ottoman engineers for more opportunities had to wait until after the urgent goals were achieved. The governments of the Second Constitutional Era (1908-1920) continued to rely on foreign experts, who were employed both on an individual basis and in the framework of international collaboration.

There existed ways of employing foreign experts that fell in between these two poles, that is, employment on an individual basis on one hand, and in the framework of international collaboration between two or more governments, on the other. Ottoman authorities often searched for groups of technicians, engineers and expert workers to fulfill particular tasks as exploration of mining regions, construction of iron bridges or installation of the telegraph.⁵⁹ In some cases, Ottoman authorities asked foreign embassies to help them find suitable men in their country. The Ottoman administration could also benefit from the contacts of the men at its service -foreigners

⁵⁹ Foreign engineers were to be brought in order to work as engineers-in-chief in the provinces: *BOA*, *IDH.*, file 611, sheet 42576, 1870/1. French and British technicians stayed in the Ottoman Empire after the Crimean War to work on the telegraph construction and operation, paid by the Ottoman government: *BOA*, *A.AMD*, file 79, sheet 57, 1856/7.

and, by the end of the period, also the Ottomans- to recruit experts abroad. The increasing capacity of the Ottoman engineers and other men to mediate in the recruitment of foreign experts bears witness of their growing integration to the (mainly) transnational scientific networks that extended throughout the Euro-Atlantic area.

Systematic international collaboration appeared intermittently since the last third of the eighteenth century and continued beyond the outburst of the Great War, a date established as a limit for this analysis. It should be understood beyond a strictly defined notion of military or techno-military missions, as this collaboration could achieve different degree of planning, organization and coherence. Furthermore, practical arrangements of the employment varied from one case to another. While political circumstances of intense collaboration with particular countries has been analyzed in the chapter *Engineers and Political Change*, in this point it is worth making a short overview of the most important periods of collaboration from the point of view of military and civil engineering. The first major organized influx of foreign experts took place in the late eighteenth century, and, remarkably, these missions were of techno-military character, naval and military engineers being their most important participants. Although this collaboration regarded France and the Ottoman Empire, not only French officers and/or technicians, but also several Polish *émigrés* took part in it. Constantinople meant a step forward in the career for several of these French and Polish officers, sometimes in ways that would not make the Ottoman authorities happy. As Patrice Bret has shown, few years after leaving Constantinople, several of these men could be found accompanying Bonaparte to Egypt and using their skills in the occupation of Ottoman territory. We may speculate whether the way these men, as baron de Tott before them, interpreted their experience at the service of the Sultan in the framework of the discourse on the Orient, might have contributed to promote in France the *goût* for conquest of the Ottoman territory.⁶⁰

The second third of the nineteenth century is a period of great influx of the English and the Scottish. Ottoman authorities asked their British counterparts to send experts and thus a few technicians arrived since the late 1830s, as for example the engineer William Fairbairn. Great Britain also accepted Ottoman military engineers at the Woolwich Royal Military Academy and at the Royal Arsenal in the same town and to the Portsmouth Naval Shipyard, and even granted permission to British naval officers

60 Such hypothesis is developed by Patrice Bret, "L'Expérience préalable de l'Empire..."

to serve in the Ottoman Navy.⁶¹ Furthermore, the main way of influx of the Scottish and other British engineers was linked to the engagement of British companies in the railway-building and port amelioration. This apparently informal trend -I would say characteristic for nineteenth-century British ways of achieving influence and hegemony- could be interpreted in the framework of commercial collaboration imposed on the Ottoman authorities and beyond it, as a part of British imperial expansion eastwards. At the same time, Ottoman government actively searched for British (and French) capital and expertise in order to achieve fast results in railway-building, telegraphy and the introduction of other kinds of modern technology into the realm. The last years of the nineteenth and the beginning of the twentieth century were marked by a close, but by no means exclusive, collaboration with Germany. It followed the twofold pattern of a direct engagement of German officers in the Ottoman armies, and the less formal stimulus for the influx of civil and mining engineers, agronomists and forestry experts in relation to the expansion of the activities of German capital. Thus for example, we find German officers in charge of the inspection and supervision of the Ottoman military schools, including the Military School of Engineers. Furthermore, several Germans and Austrians taught in these schools, as well as in the Civil Engineering School.

The Ottoman state did not always benefit as much as it could from the foreigners on its payroll. The authorities sometimes had the experts waiting for months before assigning them a commission or appointed them to posts where they found themselves condemned them to idleness. This was the case of Scottish mathematician Edward Sang who was invited to found a factory that would produce railway materials during the reign of the sultan Abdülmecid I (1839-1861). Sang felt that his skills were not exploited well enough, and offered himself as mathematics teacher. His offer was accepted and he taught at the Naval Academy, as well as at the Military School of Engineers.⁶² On other occasions, the experts were moved from one task to another, the purpose being to benefit from them as much as possible. Similar trend can be observed also in the case of Ottoman bureaucrats who had studied in Europe and were supposed to possess modern, European knowledge. This mobility reveals both a sense of urgency in the appropriation of imported knowledge and, at the same time, a certain lack of long-term systematic planning. In practice, it often jeopardized the consolidation of the

⁶¹ Feza Günergun, "Trained in Europe to serve the State..."

⁶² Charles MacFarlane, *Turkey and its destiny...*, vol. 2, 288-291.

experts' accomplishments, especially in the field of education. The employment of foreign experts displays a higher level of constancy by the end of the nineteenth and beginning of the twentieth century. This can be attributed to the growing level of institutionalization of administration, which encouraged the development of long-term policies, to the increasing availability of experts and, possibly, to the awareness of the Ottoman authorities about the negative effects of constant shifts in the appointments. Working for the Ottoman administration, foreign engineers had to face similar problems as their Ottoman colleagues. Thus we find several cases of Ottoman authorities trying to free engineers kidnapped by the brigands. Conflicts and negotiation with the villagers obliged to work on the road-building represented another common pattern, though it rarely ended in the murder of the engineers, as in the case documented by Tekeli and İlkin.⁶³

The last overall pattern of professional activity of the foreign engineers in the Ottoman Empire is that of employment in foreign and in Ottoman companies (these latter were most often with a mixed capital). Sometimes, foreign engineers were partners in the companies that were in charge of the railway construction or ran other business of technological nature. This pattern of establishing oneself professionally in the Empire had been triggered during the second half of the nineteenth century, but it reached its peak in the last third of the nineteenth and the first decades of the twentieth century. In some cases, the companies received a lump sum from the Ottoman Treasury once or every certain period, in other times the conditions of the concession included the salaries to be paid to the engineers and other qualified staff. Once settled in the Ottoman Empire, the engineers often took initiative and asked the government for authorization of different technical projects they wished to carry out in the Ottoman territory as liberal professionals, alone or together with their foreign or local colleagues.⁶⁴ While Istanbul was a melting-pot, the distribution of foreign engineers around the provinces was to a certain degree influenced by the British, French and

63 On the French engineers killed by workers employed in the construction of roads, see references in İlhan Tekeli and Selim İlkin, "Osmanlı İmparatorluğu'nda Ondokuzuncu Yüzyılda Araba...", 433-434.

64 Examples of the initiative of foreign engineers in the Ottoman Empire: Engineer Paul Krause, son-in-law of the head of the German military mission to the Ottoman Empire Colmar von Goltz (Goltz Pasha), applied for a concession for the construction of a railway, and later for another one to operate a chrome mine: *BOA*, Y.PRK.AZJ, file 25, sheet 7, 13th of July 1893. On the concessions and licenses see the registers of Nafia Meclisi: *BOA*, T.NFM.703.28, 24th of June 1863, NFM.703.30, 19th of December 1864, NFM.703.35, 6th of July 1865. We have already mentioned the case of a Spanish engineer Antonio Sarrea o Sarrià who started a business together with Mehmed Refik in the chapter *Engineers and Political Change*.

German technical-economic hegemony over particular regions, created mainly through railways concessions. Foreign newspapers played a major role in attracting men and capital to the Ottoman Empire. They extensively reported on different projects, stressing their aspects relevant for the political, military and economic interests of one or another country. They presented the realm as a territory open to foreign intervention, the Ottoman authorities as weak and credulous on one hand, and eager for novel inventions on the other, the local intermediaries as dishonest. As a whole, the Empire appeared as a land of opportunities and adventure, where stakes were high and benefits were even higher. Such discourse stimulated the public, appealing to both greed and patriotic feelings, as it created the idea that not joining in meant leaving the playground for the rival powers.

For some European engineers, mainly Polish and Hungarians, the Ottoman Empire represented a shelter, a new start after they had to leave their countries for political reasons. Thus in the early eighteen fifties, we find a Polish emigrant, the engineer François (o Franciszek) Sokulski pleading the Grand Vizier ‘Âli Pasha to appoint him as civil engineer (that is, to work in the construction of infrastructures).⁶⁵ Sokulski offered his services in August 1852, but from his plea it is clear that he had already established useful contacts in the Ottoman Administration. He was a distinguished representative of the Polish emigration in the Ottoman Balkans. By 1852, he decided to settle in the Ottoman Empire permanently, asking for “title and right of Ottoman subject”, and offered his knowledge as engineer to the Ottoman authorities “to gain his means of existence”. He asked to be appointed for one particular project: the construction of a route from Thessaloniki to Monastir. He argued that he would better serve in European part of the Empire as he knew only “Slavic language”, but he also refers to the fact that Ömer Pasha “made him see the possibility of being employed” there. While he maintained his economic situation was desperate and asked for some money in advance, he was at the same time conscious of his worth, confidently negotiating with the Ottoman authorities and complaining about the fact that the Commission of Roads had already made him wait for five months. It seems that he finally got his opportunity, as we find documents referring to an engineer of a similar

65 This engineer arrived with the remnants of the Polish legion after the Hungarian Revolution in 1848 and became a delegate of the Polish emigration in Shumla. Sokulski added the word *ingénieur* to his signature, declared he wanted to earn his living putting to practice his knowledge of engineer and asked the Sublime Porte to be employed as such. *BOA*, HR.TO., file 418, sheet 1, 11th of August 1852.

name in following years.⁶⁶ The contribution of the Poles to the Ottoman engineering was acknowledged by their Ottoman Muslim colleagues, remarkably enough in a period when they already perceived foreign engineers working in their fatherland mainly as rivals.⁶⁷ This praise was probably deemed easier for the Ottoman engineers due to the fact that -unlike the British, Germans or French- Polish engineers as a group could not benefit from the principle of “national preference,” often applied by the companies that constituted efficient tentacles of the powers that competed for political and economical hegemony in the late Ottoman Empire. Not having a fatherland whose interests to serve and where to return to if the things went wrong, Polish refugees were probably far more willing to engage wholeheartedly with the Ottoman Administration.

In other circumstances, however, being from a non-hegemonic country could have negative impact on one's possibilities of success. Ekmeleddin İhsanoğlu has analyzed an extremely interesting case of Oszkár Asbóth (1891-1960), a young Hungarian engineer and inventor who proposed to the Ottoman authorities a project of an airplane factory in 1913, to be built by an Austrian-Hungarian company called Ganz Motor. While the Ministry of War found the offer attractive, an influential Ottoman newspaper *Tasvir-i Efkar* started a campaign against the engineer and against the decision of the Ministry to employ an Austrian-Hungarian company in the task. İhsanoğlu outlines how -below catastrophist headlines like “Will Aviation in our Country be Killed before It is Born?”- the journalists not only put in doubt the individual expertise of Asbóth (who was, indeed, very young), but also maintained that Austria-Hungary had no success whatsoever in the field of aviation, being “more or less in as primitive [in this field] as we are”.⁶⁸ On the contrary, they systematically pointed to France as the world leader in the field and argued that the task should no one other than the French. It would not be the first time when an image of capacity in certain field associated to a country or to an ethno-religious group commanded recruitment policies, not only of the Ottoman Administration, but also of foreign companies. Nevertheless, the fact that the French ambassador eventually stepped in and imposed the “French solution” basing himself on the capitulations -otherwise highly unpopular among the

66 Sokulski's application for retirement: *BOA*, HR.TO, file 465, sheet 55, 1879.

67 See the speech on the anniversary of the School of Engineers (Civil Engineering School), delivered by its director Sami Bey on 20th of November 1920. It is reproduced in its full length in Çağatay Uluçay and Enver Kartekin, *Yüksek Mühendis Okulu...*, 637-639.

68 Ekmeleddin İhsanoğlu, “Osmanlı Havacılığına genel...”, 539-596. Later, Asbóth indeed distinguished himself as inventor in the field of aviation: he worked for French and German companies and his inventions in the field of aviation were mass-produced.

Ottoman public- , makes me think that the campaign in the newspaper might have been either organized or stimulated by those linked to French interests. We must bear in mind that in 1913, the tensions were growing, the alliances were being sealed and aviation was undoubtedly an area of strategic importance.

Foreign experts often worked together with their Ottoman colleagues. There were several patterns of this collaboration, and different hierarchies were established in each case. The first one, the contact within the formal and informal structures of engineering education, was common throughout the period analyzed. It is in their role of teachers how foreign engineers appear most organically integrated into the narrative of the (Ottoman) Turkish engineering developed and perpetuated by the (Ottoman) Turkish engineers, as well as by the national tradition of history of science. The different kinds of knowledge-transmission have been mentioned on several occasions in the previous chapters. In this point we may recall men like Lafitte-Clavé, an *ingénieur du roi*, and Forchheimer, a former rector of the *Technische Hochschule* in Graz, who - on the very opposite of the time span covered in this work- contributed to shape engineering education in the Ottoman Empire. The circumstances that led these men to teach in the Ottoman Empire varied, as did the outcome. For some it was a useful experience, a step forward in their career. For others, it could be a step aside, a suitable solution in a delicate moment. Others sought for the appointment as teachers while already working for the Ottoman authorities, understanding it as a way of being more useful, or as a means of obtaining an additional income. Using their contacts abroad, these men occasionally helped their Ottoman students and colleagues to connect with the transnational technoscientific networks.⁶⁹ We shall also bear in mind that foreign engineers provided informal training to talented local men, opening them a possibility to enter the profession via practice.

As it has been already pointed out, many foreigners appear fully integrated in the administration during the second half of the nineteenth century. Thus they came to a close and continuous contact not only with other foreigners, but also with their Ottoman Muslim and non-Muslim colleagues. The foreigners shared the administrative routine with their Ottoman colleagues, and they also worked together at particular

⁶⁹ Scottish mathematician Edward Sang, for example, took an active role in shaping the policy of sending students abroad, chose among his students those who had proven their capacity in mathematics and arranged a stay for them in his hometown of Edinburgh (1854).

technical tasks.⁷⁰ In many cases, the collaboration constituted a way of knowledge-transmission: during the construction of the Hejaz railway, several foreign engineers had to be appointed to counterbalance the lack of experience of their Turkish (or, Ottoman Muslim) colleagues with such huge projects. Eventually, the construction of Hejaz railway was a success and represented a key step in their career for dozens of Ottoman engineers who gained skills, experience and confidence there. On the other, I would suggest that Ottoman colleagues might have been of great use for foreign technicians when negotiating with local workers: as it has been already mentioned, this was a highly conflictive matter, hard to deal with even for those who knew local customs and circumstances. In the regions that enjoyed a great degree of autonomy, local engineers and foreigners worked together, while the representatives of the Ottoman authorities limited themselves to occasional formal inspection of the projects, or, even less, to be present at the inauguration.

Occasionally, Ottoman engineers-civil servants directly supervised the work of foreign technicians, too. Thus for example Mustafa Şevki worked together with three German technicians (*monitör*) who arrived together with the pieces of an iron bridge to be assembled over the river Lab in the *liva* of Pristina. In this particular case, the collaboration was smooth, although they only could communicate in a mix of French, German and body language. Astonished by the amount of milk they consumed, as well as by their resistance to cold weather, Mustafa Şevki noted with admiration that with the help of a few Albanian workers, the three German technicians were able to assemble the 40m long bridge in barely two months. After they finished their work, the technicians returned to their homeland.⁷¹ In these cases, although the employee of the administration of public works was in charge of the venue, his relation to the foreign technicians was not really that of command. They had their obligations clearly established by the purchase contract and acted with a high degree of independence. This position outside of the habitual chain of command made possible their socialization on (more or less) equal terms with the Ottoman engineers, though they were manual

70 We find them working together with the Ottoman engineers at the service of the state. See for example M. Ritter and engineer Hayri Bey working on the construction of roads in Bursa: *BOA*, A.MKT.MHN., file 280, sheets 55 and 84, 1863/4. Tekeli and Ilkin report on Wallachian, French, British and Italian engineers working on the road-building during the Tanzimat. İlhan Tekeli and Selim İlkin, “Osmanlı İmparatorluğu’nda Ondokuzuncu Yüzyılda Araba...”, 433 Foreigners also appear integrated into the administrative structures; we find the above-mentioned Monsieur Ritter as director of the Department of Roads and Bridges in 1862/3 and in other posts in the administration (i.e. *BOA*, A.MKT.MH, file 447, sheet 63, 1872/3).

71 Mustafa Şevki Atayman, *Bir İnşaat Mühendisin...*, 32-37.

workers.

It is very difficult to estimate the number of foreign engineers who worked in the Ottoman Empire, though we may confidently affirm that it grew rapidly especially since the Crimean War. Yakup Bektaş quotes a prominent railway engineer, J. Haddan who stated in 1873 that Istanbul was “full of engineers”.⁷² Many spent there several years, other come and went, some settled there permanently, a few of them getting married, several even become Ottoman subjects. A fluid transnational community came to existence, composed of foreigners, Ottoman non-Muslims and Muslims, people working for the Administration, for private companies or as liberal professionals. These experts built, invented, taught and learnt, experimented and invested. Moreover, they socialized, published treatises on specialized topics in Constantinople, and when they got the opportunity, launched professional journals (*Revue Technique d'Orient, Génie civil ottoman*) and created a professional association, the *Association des Architectes et Ingénieurs en Turquie*. Ottoman authorities acknowledged their work rewarding them with medals. These engineers created transnational networks of circulation of knowledge and contributed to shape the profession of engineer and its public image, in the Ottoman Empire and in Europe. At the same time, they were also actors in the process of (re)definition of professional communities along national and ethno-religious lines.

The practice of Ottoman engineers appears closely related to the transformations of the Ottoman state throughout the long 19th century. A versatile, multifaceted work of the sultan's engineers became channeled within the framework of the specialized institutions created or reorganized in order to carry out policies of control, intervention and transformation. On different levels of public administration, the engineers performed both administrative and technical tasks, and were also directly involved in the management of the workforce. The conditions of their employment varied, though a certain trend towards standardization can be observed by the end of the period analyzed here. Important foreign presence shaped the administration of public works and structured the engineering practice in the private sector, too. The beginning

⁷² Yakup Bektaş quotes. J.H. Haddan, *La Largeur de Voie Convenable pour les Chemins de Fer de la Turquie*, Imprimerie at Litographie Centrales, Constantinople, 1873, 8. In Yakup Bektaş, “The Imperial Ottoman Izmir...”, 149-150. (There is some confusion about the name and nationality of the engineer. There existed a prominent British railway engineer John L. Haddan, but Bektaş identifies the author of the quoted book as French and links his criticism of the British broad-gauge system as unsuitable and wasteful to his nationality).

of the twentieth century brought with the proliferation of new opportunities of employment, linked with the expansion of intervention into urban space and with the second industrial revolution. Ottoman engineers attempted to grasp this chance and expand their field of action beyond a career at the service of the state, towards private sector, basing themselves on a broad understanding of engineering not only as a field of expertise, but also as a profession.

Capítulo 9

A las dos orillas del Mediterráneo: los ingenieros españoles y otomanos desde una perspectiva comparativa

En los capítulos temáticos se ha ofrecido un análisis de los distintos aspectos del proceso de la configuración de la ingeniería en España y en el Imperio Otomano durante el largo siglo XIX. En este capítulo evaluaremos e interpretaremos los resultados en un estudio comparativo. La comparación se desarrolla alrededor de una serie de cuestiones que considero claves en la configuración de la ingeniería como campo de conocimiento y de acción y también como profesión moderna. Mi propósito es evitar la repetición de los datos analizados anteriormente, tampoco pretendo citar las semejanzas y las diferencias que resultan obvias de la mera lectura paralela de los capítulos temáticos. En lugar de ello, formularé cuestiones amplias que permitan la comparación basada en la síntesis de lo analizado en los capítulos temáticos. En primer lugar nos fijaremos en la relación entre la configuración de la ingeniería moderna y las dinámicas de construcción del Estado. La integración de los ingenieros en distintas redes de circulación de conocimientos será analizada en la sección siguiente, haciendo posible determinar la interacción de los aspectos transnacionales y locales. En tercer lugar compararemos las fuentes de la legitimidad profesional de los ingenieros españoles y otomanos, y nos preguntaremos por las implicaciones que derivan de ellas. A modo de conclusión, la última sección ofrece una síntesis general que aspira a contribuir al debate sobre los modelos de organización socio-profesional que circularon por el mundo en el largo siglo XIX.

1. El papel del Estado

Las transformaciones de las relaciones de poder, incluida la construcción del Estado en el sentido weberiano de la palabra, están en el núcleo mismo de este estudio comparativo. En primer lugar, observemos la consolidación de las instituciones de la ingeniería militar y civil en ambos países. Esta puesta en paralelo nos permitirá repensar ciertas hipótesis sobre la relación entre la construcción del Estado y la configuración de la ingeniería moderna.

Tanto en España como en el Imperio Otomano, la ingeniería moderna se organiza dentro de las fuerzas armadas. Son los ejércitos de tierra y la Marina al servicio del soberano en cuyo seno surgen las primeras instituciones que enmarcan de

manera novedosa la figura del ingeniero. En ambos países, las instituciones parecidas no se consolidaron fuera del ámbito militar sino muchas décadas después y hasta entonces, fueron los ingenieros militares quienes se encargaron de una parte importante de las tareas que serían luego competencia de los ingenieros civiles. Resulta tentador considerar esta primacía de la ingeniería militar como una prueba a favor de la antigua y conocida teoría sobre los orígenes militares de los procesos de modernización, es decir, la teoría que postula que fue el deseo de disponer de las fuerzas armadas eficaces lo que estimuló el desarrollo del aparato burocrático y la expansión de la intervención gubernamental en la sociedad en general.¹ Esta teoría ha calado hondo especialmente en su versión limitada en los países en los que tuvo lugar un esfuerzo reformador dirigido por las élites que desarrollaron la conciencia de retraso frente a otros países o partes del mundo. Sin embargo, Anousheh Karvar invita a reconsiderar esta hipótesis en su estudio comparativo del desarrollo de la ingeniería militar en Rumanía, Japón y Persia.² Sin poner en duda que las motivaciones iniciales del esfuerzo reformador estuvieran enmarcadas dentro de la lógica del control militar sobre el territorio -tanto frente al enemigo externo, como frente a las fuerzas centrífugas internas-, Karvar demuestra que la trasplantación de los modelos importados solamente tuvo éxito duradero allí donde estuvo acompañada por la voluntad política de llevar a cabo cambios estructurales en otros ámbitos. Según ella, la apropiación de las instituciones “occidentales” de ingeniería militar tuvo éxito en Rumanía y en Japón por estar acompañada de reformas en las estructuras ejecutivo-administrativas. Por el contrario, los intentos de apropiación fracasaron repetidamente en la Persia decimonónica precisamente por no estar inscritas “en un proyecto coherente que incluyera, como en Rumanía y en Japón, la modernización judicial y política”.

Ampliando esta conclusión de Karvar, preguntémonos si se puede observar alguna relación entre la consolidación de las instituciones de ingeniería y la existencia de una visión particular del poder político dentro de un discurso de intervención y transformación. Tal como postula Fernández Albadaejo, durante el siglo XVIII, los Borbones instauraron en España una monarquía absoluta, basada en un mayor control del territorio. Esto implicó el reforzamiento de la vertiente gubernativa del poder real,

1 Véase por ejemplo Eleanor Westney, “The Military”, Marius B. Jansen y Gilbert Rozman (ed.), *Japan in Transition. From Tokugawa to Meiji*, Princeton University Press, Princeton, 1986, 168-194.

2 Anousheh Karvar, “Modernisation étatique et formation...”, 73-82.

que asumió nuevas funciones ejecutivas-administrativas.³ Como hemos podido apreciar, las instituciones de la ingeniería militar aparecen bien establecidas a partir del segundo tercio del siglo XVIII, partícipes en el proceso de consolidación en general de un aparato militar autónomo.⁴ En mi opinión, esta solidez se debe al creciente consenso entre las élites gobernantes alrededor de la visión del poder descrita arriba. Creo que existe una correlación entre la consolidación de la nueva manera de percibir el territorio y el poder político, por una parte, y la continuidad de las instituciones de ingeniería militar creadas a lo largo del XVIII, por otra. El hecho de que estas instituciones sufrieran repetidas reorganizaciones no hace más que apoyar mi hipótesis, ya que los cambios generalmente consistieron en pasos hacia la unificación y la centralización.⁵ A principios del siglo XIX hubo, efectivamente, situaciones de crisis y de desorganización enmarcadas en el contexto de los eventos políticos de la época. La restauración rápida de las instituciones de la ingeniería militar después de cada uno de estos momentos no es, sin embargo, más que otra prueba del grado de consolidación de éstas dentro de las estructuras del poder militar. La posición de los ingenieros militares en España aparece firmemente establecida dentro de los ejércitos de tierra a lo largo del siglo XIX.

En el caso del Imperio Otomano, la consolidación de las instituciones de ingeniería en el ámbito militar es larga y en absoluto se caracteriza por una trayectoria que denotara un progreso lineal y acumulativo. Los comienzos de la institucionalización en los años treinta del siglo XVIII son paralelos a dinámicas parecidas en varias monarquías europeas.⁶ En este sentido, el Imperio Otomano aparece como una más entre las potencias europeas que intentaron afrontar los nuevos retos en la artillería y en la fortificación mediante la formación de oficiales que manejaran conocimientos especiales aplicables en la guerra.⁷ No obstante, hasta los últimos años del reinado de Mahmud II (1808-1839) aparece delante de nosotros un panorama plagado de altibajos, de momentos de expansión rápida y exitosa, seguidos por otros que se caracterizaron

3 Pablo Fernández Albadalejo, “La monarquía de los Borbones”, 1-89.

4 No debemos olvidar que las raíces de estas instituciones se pueden trazar al menos hasta Flandes en el último tercio del siglo XVII.

5 Véase Horacio Capel, Joan-Eugeni Sánchez, Omar Moncada, *De Palas a Minerva...* No es así el caso de la ingeniería naval que después de un periodo glorioso cayó en una gran crisis en la primera mitad del siglo XIX. Sería interesante preguntarse hasta qué punto la pérdida de las colonias supuso también la pérdida temporal de la *raison d'être* de la ingeniería naval. A pesar de su gran interés, este tema ha sido relativamente poco investigado.

6 Dmitri e Irina Gouzévitch, “Les corps d’ingénieurs comme forme d’organisation professionnelle en Russe : Genèse, évolution, spécificité : XVIII^e et XIX^e siècles”, *Cahiers du monde russe*, 41(4, 2000), 569-614.

7 Ha llegado a esta conclusión también André Grelon en “Les ingénieurs du Maghreb et du Moyen-Orient: vue d’Europe”, 29-44.

primero por una desintegración total de las instituciones o, más adelante, por su estancamiento y deterioro. Nos encontramos con que los momentos de institucionalización estuvieron ligados a la voluntad personal de los gobernantes, no solamente del sultán, sino también de los hombres al mando de las instituciones tradicionales en cuyo marco tuvieron lugar los primeros intentos de crear las instituciones de ingeniería: el Astillero Imperial, el Arsenal Imperial de Artillería, etc. Y vemos que las instituciones se mantuvieron en pie mientras perduró esta voluntad. En general, los ingenieros otomanos antes de los 1830 -más que ingenieros militares propiamente dichos- podrían definirse como los *ingenieros (o geómetras) del sultán*, de forma parecida a los *ingenieros del rey* en distintos países europeos: eran hombres que desempeñaban un abanico de tareas al servicio del soberano, relacionadas o no con el arte de la guerra. La situación cambió a partir del segundo tercio del siglo XIX. Igual que Felipe V en España, un siglo más tarde Mahmud II tomó en el Imperio Otomano pasos decisivos hacia la creación de un aparato militar autónomo. Sus reformas fueron orientadas hacia un mayor control del territorio, no solamente frente a la amenaza externa, sino también en pro de la (re)centralización del poder en las manos del soberano. Fue en el marco de estas reformas, que continuaron durante el periodo de Tanzimat en el que las instituciones de la ingeniería militar adquirieron un mayor grado de consolidación.

. En cuanto a la ingeniería civil, los comienzos de la creación de su marco institucional en España a finales del siglo XVIII y a principios del siglo XIX recuerdan en varios aspectos los comienzos de la institucionalización de la ingeniería militar en el Imperio Otomano. En el periodo entre los 1770 y los 1830 podemos observar en España una clara correlación entre la voluntad personal de los hombres en el poder y la duración de las nuevas instituciones civiles de ingeniería, una correlación que dio lugar a la precariedad de estas instituciones. Igual que las instituciones de ingeniería otomana, las instituciones de la ingeniería civil española pasaron de tiempos de expansión rápida a periodos de desorganización casi absoluta. En este panorama inestable, las instituciones de ingeniería militar española, firmemente consolidadas, se adaptaron a los cambios. Por una parte, sus competencias sufrieron una redefinición hacia lo primariamente militar en paralelo con la expansión de las instituciones civiles. Por otra parte, en los momentos de desintegración de las instituciones de ingeniería civil, los ingenieros militares solían asumir algunas de las tareas previamente asignadas a los ingenieros civiles, lo que supuso que el campo de acción definido con anterioridad

como competencia de la administración civil -sobre todo la construcción y el mantenimiento de las vías de comunicación- siguiera existiendo a pesar de las crisis, aún estando a cargo de los hombres de guerra.

A pesar de los esfuerzos en este sentido del absolutismo ilustrado, las instituciones de ingeniería civil sólo lograron consolidarse en España a partir de los años 1830, en paralelo con la instauración del régimen liberal y con la construcción sistemática del Estado-Nación. La ingeniería civil se institucionalizó definitivamente con la instauración del régimen liberal. El discurso de fomento se convirtió en uno de los pilares de legitimidad del poder político, plasmándose en nuevas instituciones dentro de la Administración pública. Asimismo se estableció el principio de la exclusividad nacional del servicio público: la práctica profesional dentro de la Administración significaba servir a la Patria. A partir de los 1830 nos encontramos con las instituciones de ingeniería militar y civil consolidadas dentro del aparato del Estado, y sus campos de acción separados de manera nítida, salvo las tareas de reconocimiento del territorio, en concreto la cartografía y la geografía. En este último campo, los ingenieros militares aprovecharon el peso de su cuerpo para mantener y reclamar posiciones también en algunas nuevas instituciones creadas en el marco de la Administración civil en proceso de expansión.

En el Imperio Otomano, la expansión de la intervención administrativa comienza en los últimos años del gobierno de Mahmud II, en paralelo con la consolidación del aparato militar. A partir de entonces, las bases de legitimidad del poder político sufrieron un proceso de redefinición complejo y confuso. No era nuevo el hecho de que la legitimidad del poder derivara de la capacidad de la dinastía de proteger sus dominios. Sin embargo, a partir de los 1830 se fue consolidando una relación directa entre el soberano y los súbditos, y el papel de los mediadores tradicionales – Karen Barkey ha definido el Imperio Otomano como el imperio negociado- se vio seriamente cuestionado.⁸ Las élites burocráticas en Constantinopla intentaron desarrollar herramientas para incrementar el control directo sobre el territorio y sobre la población, en el esfuerzo por mantener la integridad de los dominios. En este intento hicieron uso de hombres juzgados como capaces, independientemente de su origen local o extranjero y de su estatus civil o militar. La expansión del aparato burocrático que este esfuerzo entrañó tuvo resultados no buscados en las décadas posteriores. Los hombres al servicio

⁸ Karen Barkey, *Empire of Difference: The Ottomans...*

del soberano formados en las nuevas instituciones, incluidos los ingenieros, desarrollaron una lealtad orientada hacia una entidad abstracta, el Estado, más que hacia la figura del soberano o hacia la dinastía. Los hombres unidos por esta visión, reforzada a la vez desde arriba por los decretos de Tanzímát y luego por los primeros intentos constitucionales, se convirtieron a partir del último tercio del siglo XIX en el pilar de las políticas intervencionistas orientadas hacia la “salvación del Imperio.”

Por otra parte, el discurso de fomento, aunque derivara en el planteamiento de las políticas de apoyo a la industria y a la agricultura ya en el segundo tercio del siglo XIX, se desarrolló -a diferencia de España- en condiciones que dificultaron la alianza entre las élites burocráticas y las élites que derivaron su poder total o parcialmente de la agricultura y del comercio (o, en un grado mucho menor, de la industria). Intentando reforzar el poder central después de siglos de debilitamiento, los burócratas al servicio del soberano miraban con recelo el fortalecimiento de cualquier poder alternativo. Aunque en el último tercio del siglo XIX las élites económicas lograron formar alianzas con una parte de las élites burocráticas, el consenso sobre las políticas de fomento más allá de la intervención directa del Estado (vías de comunicación, minas, bosques) seguía siendo precario, marcado además por la aparición creciente de rupturas etno-religiosas. Además, las posibilidades de llevar este tipo de políticas a cabo dependían en gran medida de la voluntad de las potencias extranjeras, que alcanzaron un control sobre la política y economía otomanas sin paralelo en España.

En otro orden de cosas, España perdió la inmensa mayoría de sus posesiones coloniales entre 1808 y 1826, de manera rápida, lo cual facilitó que las autoridades españolas centrasen sus proyectos en un espacio geográfico reducido y relativamente uniforme. Con la salvedad de las colonias ultramarinas de Cuba, Puerto Rico y Filipinas, cuya conservación fue motivo de preocupación constante, en especial pero no sólo desde 1868, no hubo retos a la integridad territorial de España a lo largo del siglo XIX. En este contexto, el control territorial y la explotación de los recursos peninsulares se convirtieron en el eje del complejo proceso de construcción del Estado. Por el contrario, la heterogeneidad desde todos los puntos de vista de los dominios otomanos no facilitó su percepción como un espacio único sobre el que actuar, ni tampoco facilitó el despliegue de políticas de fomento, sobre todo en el ámbito de las infraestructuras de transporte. Asimismo, las amenazas exteriores a las provincias imperiales otorgaron una prioridad clara al desarrollo del aparato militar. A todo ello se sumó, cuando se produjeron secesiones o anexiones por otros estados de provincias otomanas, la

frustración causada por la pérdida -desde la perspectiva del poder central- de cuantiosas inversiones.

En España nos encontramos con la ingeniería civil consolidada a partir del segundo tercio del siglo XIX dentro del aparato del Estado y en las escuelas especiales de carácter público. Entre estas últimas destacan sobre todo las escuelas de ingenieros industriales, cuyo propósito no era -a diferencia de los otros establecimientos-, nutrir la Administración, sino proveer el sector privado. Por otra parte, en el Imperio Otomano, la creación de las instituciones autóctonas de la ingeniería civil no se produjo antes de las últimas décadas del siglo XIX (salvo el caso específico de Egipto) y su propósito consistía exclusivamente en nutrir la administración de obras públicas. En el periodo 1830-1880, las políticas de fomento fueron llevadas a cabo por los ingenieros de formación militar (igual que, por ejemplo, en Portugal) y por los expertos, extranjeros u otomanos, formados a través de la práctica o en escuelas en el extranjero. El absolutismo abdülhamidiano (1878-1908) permitió perpetuar la relación personal entre el soberano y el ingeniero a su servicio, facilitando así la integración de los extranjeros en la Administración. Además, aunque se constituyera un aparato militar autónomo, la división entre lo civil y lo militar en la Administración seguía siendo lejos de ser nítida. Podemos aventurarnos a sugerir que esta indefinición favoreció que una vez establecida la escuela de ingenieros civiles -aunque fuera bajo la tutela militar-, la figura del ingeniero civil sustituyera prácticamente a la del ingeniero militar, en vez de complementarla.⁹

En ambos países, el Estado desempeñó un papel clave en la configuración de la ingeniería civil, tanto en el marco de sus políticas de control del territorio, como, más adelante, dentro de la acción transformadora cuyo propósito era el fomento de la riqueza. La expansión de las políticas de intervención supuso que el campo de la administración técnica se diversificara, surgiendo así la figura del ingeniero/técnico de minas o de ingeniero/técnico forestal.¹⁰ En España, el grado de consolidación y de

9 El tamaño de este trabajo y el tiempo limitado para llevarlo a cabo no me ha permitido investigar en profundidad este tema a la vez muy poco analizado e interesante. Mientras sabemos que la sección de artillería se unió a la Escuela de Artillería dependiente de la Academia Militar, sabemos muy poco sobre la formación y el destino de los oficiales de fortificación después de 1900. Una futura investigación debería responder a la pregunta de cómo afrontaron los ejércitos otomanos las tareas desempeñadas tradicionalmente por los hombres formados en la Escuela Militar de Ingenieros después de la desintegración de este establecimiento y qué formación tenían los hombres que las llevaron a cabo en el período entre 1900 y 1918.

10 Como se ha podido apreciar en los capítulos temáticos relevantes, en el Imperio Otomano la intervención administrativa en los ámbitos forestal, minero o agrícola fue planteadas carreras superiores. Sin embargo estas ambiciones no se pudieron plasmar en realidad hasta los comienzos del

especialidad de la administración técnica fue mucho mayor que en el Imperio Otomano. Sin embargo, en ambos casos la diversificación fue estimulada por la lógica de las necesidades del gobierno central, a diferencia, por ejemplo de los EE.UU donde las escuelas respondieron a la demanda de la industria privada, ofreciendo estudios especializados en la ingeniería mecánica, química etc. Por otra parte, a diferencia del Imperio Otomano, la Administración pública en España se involucró más decisivamente en la formación de ingenieros para el sector privado, estimuladas por las presiones de los poderes políticos y económicos locales en las zonas industrializadas.

La diferenciación entre los sectores público y privado no se estableció claramente antes de mediados del siglo XIX. Incluso después se pueden observar en ambos países unas relaciones difusas entre las autoridades centrales y locales (a nivel de provincias y municipios), las compañías, los burócratas y los inversores individuales, más que una división dicotómica entre lo público y lo privado. Cuando prevaleció la noción liberal de propiedad y los modos capitalistas de producción y de explotación se hicieron prominentes a partir de la segunda mitad del siglo XIX, el campo de acción de los ingenieros se expandió más allá de las políticas intervencionistas del Estado, tanto en España como en el Imperio Otomano. El número de ingenieros locales y extranjeros que trabajaron en los proyectos llevados a cabo dentro de este complejo marco creció de forma exponencial, sobre todo a partir de las últimas décadas del siglo XIX. En este punto se observa una serie de parecidos y de diferencias entre los dos países. En ambos casos, la presencia de los ingenieros extranjeros resultó fundamental en la construcción del ferrocarril, en la minería y en muchos otros ámbitos que se abrieron a la inversión extranjera durante la segunda mitad del siglo XIX y a principios del siglo XX. La penetración de las empresas extranjeras estimuló la llegada de gran número de ingenieros británicos, franceses, belgas, alemanes e italianos (como también polacos, austríacos y húngaros en el caso otomano) que se hicieron cargo de las tareas técnicas definidas tanto por las autoridades locales como por los inversores extranjeros. A pesar de las dificultades iniciales, los ingenieros locales finalmente también lograron abrirse un hueco en estos sectores.

No obstante, además de estas similitudes se pueden observar notables diferencias. Aunque en ambos casos las compañías extranjeras mostraron preferencia por emplear ingenieros extranjeros, los ingenieros españoles tuvieron más éxito en su

esfuerzo por modificar esta tendencia. El hecho de que los ingenieros españoles lograran establecer el derecho exclusivo a trabajar al servicio del Estado y su autonomía dentro de la Administración les otorgaban una posición fuerte en la negociación: a diferencia de sus compañeros otomanos, pudieron utilizar el poder y la influencia que alcanzaron en el sector público (especialmente en la administración de obras públicas) para convencer a las compañías -tanto locales como extranjeras- de las ventajas que suponía contar con ellos en la plantilla e incluso asociarse con ellos para emprender proyectos de obras públicas en España. En el Imperio Otomano, las empresas se dieron cuenta de las ventajas de emplear a los ingenieros locales, sobre todo por su capacidad de 1) mediar entre los inversores extranjeros y las autoridades locales y 2) de manejar a los trabajadores locales. En la mayoría de los casos optaron por los cristianos otomanos que habían estudiado en el extranjero o aprendido en el tajo. De este modo, las prácticas de las empresas extranjeras contribuyeron a la creación de las élites técnicas de los nuevos Estados-Nación surgidos en el proceso de desintegración del Imperio Otomano. Por otra parte, los ingenieros formados en las escuelas otomanas lograron introducirse en las empresas públicas o semi-públicas, pero su integración en el sector privado fue escasa. De hecho, dos fuerzas coincidieron empujando a los ingenieros musulmanes fuera del sector privado: la desconfianza de las compañías y el esfuerzo de las autoridades por mantener al servicio del Estado a los pocos ingenieros musulmanes con estudios formales de los que el Imperio disponía.

Asimismo hay que tener en cuenta el mayor desarrollo económico de España y el hecho de que las empresas españolas alcanzaron mayor grado de consolidación y disfrutaron de mayor independencia del capital extranjero que las empresas otomanas. Éste resultó ser un factor importante especialmente en la consolidación del campo de acción de la ingeniería industrial. La fuerza de las empresas españolas, sobre todo las catalanas y -más adelante- también las vascas, se plasmó en su apoyo a las instituciones de formación de ingenieros. Los industriales presionaron a las autoridades locales y centrales para crear y mantener estas instituciones, lo que permitió a los ingenieros maniobrar al margen del Estado. A finales del siglo XIX, los industriales y los terratenientes interiorizaron asimismo el discurso de la tecnociencia y reconocieron la legitimidad de la figura del ingeniero. A consecuencia, desarrollaron estrategias para integrarla en su campo de acción, que incluían el envío de sus hijos a estudiar las especialidades de ingeniería percibidas como útiles. En el Imperio Otomano, este proceso tuvo lugar en la capital y en algunas zonas periféricas, sobre

todo en los Balcanes, y fue marcado por 1) el peso dominante de los no musulmanes en el sector privado y 2) por ser las instituciones de formación extranjeras (en su mayoría europeas) el destino de los futuros ingenieros. No obstante, el Estado y las compañías extranjeras permanecieron como agentes dominantes en los proyectos relacionados con la ingeniería, condicionando con sus políticas de reclutamiento las posibilidades de los ingenieros locales. Durante las primeras décadas del siglo XX, el número creciente de ingenieros civiles y el ambiente de libertad a partir de la Revolución de los Jóvenes Turcos permitieron a los ingenieros y a los arquitectos otomanos organizarse en asociaciones profesionales. Los ingenieros musulmanes al servicio de la Administración utilizaron estas nuevas plataformas -que les proporcionaron cierta autonomía del Estado- para emprender la conquista del sector privado, aunque con un éxito muy limitado antes de la caída del Imperio. No fue antes de que la economía turca superara su posición semi-colonial en la que había caído en la segunda mitad del siglo XIX, que los ingenieros locales pudieron efectivamente expandir su campo de acción.

En conclusión, el Estado aparece como agente clave en la configuración de las instituciones de ingeniería moderna tanto en España como en el Imperio Otomano. La creación y la consolidación de las administraciones técnicas, de las escuelas y -en el caso de España- de los cuerpos, parecen estar vinculadas con los cambios en la legitimación del poder, pues la ingeniería militar se consolidó en paralelo con una visión del poder basada en el control intensivo del territorio. Más adelante, la ingeniería expandió su campo de acción hacia nuevos ámbitos en paralelo con la consolidación del discurso de fomento de las riquezas. Esta expansión se plasmó en España en la creación de cuerpos y escuelas de ingenieros civiles dentro del aparato administrativo, mientras en el Imperio Otomano la situación se caracterizó por un eclecticismo considerable y las autoridades acudieron a una gran variedad de vías para conseguir expertos capaces de llevar a cabo las políticas de fomento. Mientras las reformas urbanísticas proporcionaron en ambos casos oportunidades de trabajo a los ingenieros extranjeros y locales, se pueden observar notables diferencias en cuanto al sector privado como alternativa al empleo público y como factor de estímulo a la diversificación de la ingeniería civil. No obstante el peso de las empresas extranjeras en España a partir de la segunda mitad del siglo XIX, los ingenieros españoles lograron introducirse en el sector privado apoyándose tanto en su posición en la Administración como en sus vínculos con las élites económicas del país. Además, el Estado central, las autoridades locales y las élites económicas actuaron en España a favor de la consolidación de la ingeniería civil

también como profesión liberal, a pesar de una serie de fracasos durante el segundo tercio del siglo XIX. La debilidad del tejido empresarial otomano y el control directo sobre él del capital extranjero limitaron seriamente las posibilidades de los ingenieros otomanos de trabajar fuera de la administración central o de las entidades municipales. La ingeniería se consolidó como profesión liberal en el Imperio Otomano, pero esta consolidación no fue alimentada por las instituciones autóctonas de ingeniería civil, cuya creación recibió poco estímulo, sino que se debió a la presencia de ingenieros extranjeros y a la actividad de los ingenieros otomanos no musulmanes formados en Europa.

2. *Los ingenieros y la circulación de conocimientos*

Las instituciones de ingeniería se desarrollaron, como hemos podido apreciar en la sección anterior, en el marco de los estados. Sin embargo, las transformaciones en la ingeniería no pueden entenderse sin que al mismo tiempo prestemos atención a los aspectos transnacionales, sobre todo a las redes de circulación de conocimiento. De hecho, es precisamente la interacción constante entre ambos niveles lo que caracteriza la historia de la ingeniería en el largo siglo XIX. La circulación de los conocimientos y de las prácticas técnicas y científicas, como también la cuestión de los modelos de organización institucional, constituyen temas ampliamente debatidos por los historiadores de la ciencia y de la tecnología, y por los investigadores especializados en la configuración de las profesiones modernas. El modelo de George Basalla postuló que la difusión de la ciencia se desarrolla en tres fases: 1) primero, la periferia se convierte en el lugar de obtención de datos para los científicos de los países hegemónicos 2) más adelante se consolida en la periferia una ciencia colonial dependiente de uno de los países hegemónicos, 3) por último, se configuran en los países periféricos las instituciones nacionales de producción científica y se crea una tradición científica autónoma. El modelo de Basalla ha sido cuestionado desde varias perspectivas hasta el punto de que puede considerarse superado.¹¹ No está de más llamar la atención sobre el papel que han desempeñado en este sentido los historiadores especializados en la producción científica y tecnológica en las colonias españolas en América. Sus obras han mostrado, entre otras cosas, que la interacción de los hombres de ciencia americanos con sus homólogos europeos que viajaron a las

¹¹ George Basalla, "The Spread of Western Science", *Science*, 156 (1967), 611-622.

colonias para luego impulsar en Europa la innovación en distintos campos del conocimiento, no se puede encajar en la teoría de Basalla.¹² En el intento de ofrecer una aproximación alternativa a la cuestión, Xavier Polanco ha propuesto la hipótesis de la ciencia-mundo, según la cual la producción del conocimiento se erige como una actividad universal desarrollada a través de redes interconectadas. En este modelo existen múltiples centros que actúan como focos de producción y de difusión, pero que a la vez reciben impulsos desde la semi-periferia y la periferia.¹³ Kostas Gavroglu y sus compañeros del grupo STEP, por otra parte, invitan a reconsiderar la dicotomía entre el creador (activo) y el receptor (pasivo), entre el centro y la periferia. Promueven la noción de la apropiación, entendida como un proceso creativo llevado a cabo por los actores locales. Este proceso conlleva la selección y la transformación de conocimientos y de modelos de organización para que sean operativos, para que adquieran sentido en un contexto diferente del original. De esta forma, el éxito no se mide por el grado de la aproximación al modelo original entendido como ideal, sino por la eficacia del producto híbrido de la apropiación, por su capacidad de producir significados en condiciones diferentes.¹⁴

Teniendo en cuenta estas aportaciones teóricas, he encontrado sumamente útil la clasificación de las redes de circulación mundial de conocimientos científicos y técnicos propuesta por Michel Callon y desarrollada por Antonio Lafuente y Leoncio López-Ocón. Estos historiadores identifican tres tipos de redes de distribución de los objetos científicos y técnicos.¹⁵ En primer lugar se trata de las *redes de patrocinio* que conectan a los hombres de ciencia con los actores político-económicos. En segundo lugar, las *redes de corresponsabilidad* unen a los hombres de ciencia entre sí. Por último, las *redes de divulgación* establecen la conexión entre los hombres de ciencia y

¹² Jorge Cañizares-Esguerra, *Nature, Empire and Nation: Explorations of the History of Science in the Iberian World*, Stanford University Press, Palo Alto, 2007. Patrick Petitjean, Catherine Jami y Anne Marie Moulin, *Science and Empires. Historical Studies about Scientific Development and European Expansion*, Kluwer, Dordrecht/Boston/Londres, 1992.

¹³ Xavier Polanco (ed.), *Naissance et développement de la science-monde. Production et reproduction des communautés scientifiques en Europe et en Amérique Latine*, Ed. de la Découverte/Conseil de l'Europe/UNESCO, 1990.

¹⁴ La categoría analítica de apropiación fue acuñada por Abdelhamid I. Sabra, "The Appropriation and Subsequent Naturalization of Greek Science in Medieval Islam: A Preliminary Statement", *History of Science* 25 (1987), 223-243. Kostas Gavroglu, Faidra Papanelopoulou, Ana Simoes, Agustí Nieto-Galán et al, "Science and Technology in the European Periphery: Some Historiographical Reflections", *History of Science*, 46 (2008), 153-176. STEP, Science and Technology in the European Periphery, es un grupo de historiadores de la ciencia y de la tecnología especializados en países tradicionalmente percibidos como periféricos. La autora de este trabajo es miembro de ese grupo.

¹⁵ Michel Callon (ed.), *La science et les réseaux. Genèse et circulation...* Antonio Lafuente y Leoncio López-Ocón, "Le transfert des pratiques scientifiques et techniques...", 9.

la ciudadanía. La aproximación al tema a través de la noción de redes resulta, en mi opinión, particularmente fructífera, ya que permite reconocer la contribución individual de las personas implicadas, un elemento que en ocasiones queda oculto detrás del marco legal y de las dinámicas institucionales.

En primer lugar, fijémonos en las redes de patrocinio. Analizando la circulación del conocimiento, podemos apreciar que en ambos países la iniciativa individual tanto dentro como fuera de los nuevos marcos institucionales resultó clave para hacer posibles los flujos transnacionales. Los hombres al servicio del soberano buscaron personas capaces de llevar a cabo un amplio rango de proyectos técnicos y científicos, dentro y fuera de las fronteras del país. Debemos tener cuidado de no interpretar automáticamente la presencia de los expertos extranjeros, por masiva que fuese (recordemos la proporción de nombres extranjeros entre los miembros del cuerpo de ingenieros del Ejército en la España de los años 1720-1730), como un signo de atraso o de dependencia técnica y/o científica, ya que puede considerarse también en términos de circulación transnacional de expertos. En mi opinión, esta última opción resulta relevante tanto para España como para el Imperio Otomano antes de la segunda mitad del siglo XVIII. Los expertos establecían una relación simbólica con el soberano, que sirvió de base para su práctica como ingenieros. De este modo, el origen de un hombre era menos importante que su capacidad y su disponibilidad. No obstante, en el siglo XVIII se puede identificar un modo de empleo de los expertos foráneos que apunta hacia el cambio de las circunstancias. Además de hacer uso de hombres autóctonos o de origen extranjero que poseían los conocimientos requeridos, las autoridades también desarrollaron una serie de prácticas para fomentar y facilitar la disponibilidad de personas con el perfil deseado. Los expertos extranjeros fueron invitados a realizar proyectos concretos, pero también a trabajar en los centros educativos, encargándose de enseñar a los hombres locales con el fin de que éstos les sustituyeran en el futuro. En ocasiones se esperaba que los expertos aportasen sus ideas para la innovación y reorganización de las instituciones e incluso que se encargasen del diseño y de la puesta en marcha de nuevos proyectos. En este punto, la interpretación de estas prácticas en términos de dependencia técnica y científica llega a ser pertinente. La necesidad de importar conocimientos -mediante agentes de origen local o extranjero- fue formulada en estrecha relación con la noción de atraso frente a las otras potencias, tal como la interiorizaron las élites gobernantes. Por lo tanto, la articulación de las políticas técnicas y científicas aparece ligada a la búsqueda más o menos sistemática de conocimientos en

los países considerados como más fuertes en un campo u otro.

La movilidad representa un factor fundamental en la transmisión de conocimientos. Los hombres de ciencia españoles participaron en la práctica ilustrada de los *grand tour*, viajes cuyo propósito era adquirir conocimientos a través de la observación, de los estudios formales y del contacto con los expertos extranjeros.¹⁶ El *grand tour* podía ser autofinanciado o pagado por las autoridades locales o centrales. En el segundo caso, las autoridades patrocinaban el envío al extranjero tanto de jóvenes con talento, como de hombres que ya ostentaban cargos importantes de carácter técnico (por ejemplo, los directores de las fábricas reales/imperiales o los docentes en las escuelas de ingeniería). Los becarios partían generalmente con una serie de instrucciones en cuanto a los objetivos de su misión, aunque disponían de cierto margen de maniobra. Las autoridades otomanas desplegaron un esfuerzo sistemático en cuanto al envío de los becados al extranjero a partir de los años 1830, mucho más tarde que las autoridades españolas, que se habían implicado en este sentido ya en el siglo XVIII.¹⁷ Por otra parte, las autoridades otomanas, siguiendo el ejemplo de los egipcios, enviaron *misiones* enteras a Europa, en vez de individuos o grupos minúsculos. Estas políticas gozaron de gran importancia en el Imperio Otomano durante la segunda mitad del siglo XIX. Posiblemente las autoridades entendían esta vía como más eficaz y menos costosa que la creación/reorganización de las instituciones propias de formación de expertos, junto con el empleo de los técnicos extranjeros. A partir de mediados del siglo XIX, estas prácticas adquirieron un mayor grado de institucionalización en el Imperio Otomano, como atestigua la fundación de la Escuela Otomana en París. España siguió esta senda más tarde, con la creación de la Junta para la Ampliación de Estudios en 1907. A principios del siglo XX se desarrolló en ambos países un vivo debate sobre la necesidad de innovación técnica y científica mediante el envío de personas para estudiar en el extranjero y para observar el funcionamiento de las instituciones foráneas. En ambos casos, estas preocupaciones respondían a los retos de la segunda revolución industrial, como también a la apertura de los nuevos campos de la intervención administrativa. En ambos casos resultaron en un incremento efectivo del número de estudiantes en las instituciones extranjeras.

16 Ana Simoes, Ana Carneiro and María Paula Diogo (eds.), *Travels of Learning: A geography of science in Europe*, Kluwer, Dordrecht, 2003; Irina Gouzévitch y Dmitri Gouzévitch, “El Grand tour de los ingenieros y la aventura...”, 147-190.

17 Como ya se ha expuesto en el capítulo *Ingenieros y el cambio político* de la parte dedicada al Imperio Otomano, las autoridades egipcias enviaron misiones de estudiantes a Europa ya en la primera y segunda década del siglo XIX.

Como podemos apreciar, desde el último tercio del siglo XVIII, la ingeniería tanto en España, como en el Imperio Otomano se reorganiza en un contexto marcado por el hecho de que los agentes del cambio desarrollaron la conciencia de la dependencia del extranjero en cuanto a los conocimientos técnicos y científicos. A pesar de este rasgo común, se puede apreciar una diferencia significativa: una vez formulada la necesidad de importar técnicas y conocimientos, quedó patente hasta qué punto el Imperio Otomano dependía de los extranjeros como agentes de esta transferencia. En España, los extranjeros desempeñaron un papel importante, sobre todo en la minería, pero notablemente menor que en el Imperio Otomano. Desde el segundo tercio del siglo XIX, su presencia en las instituciones públicas llegó a ser marginal. Fueron sobre todo los expertos locales quienes monopolizaron la transmisión y la apropiación del conocimiento producido en el extranjero, especialmente aquél que se definía como *ciencia*. En el Imperio Otomano, los hombres locales también desempeñaron un papel clave como docentes, a la vez que se implicaron a fondo en la selección, traducción, compilación y adaptación de las obras científicas de origen foráneo. No obstante, la contribución de los expertos foráneos como docentes, inspectores, reformadores de instituciones e incluso como importadores de libros, siguió siendo prominente a lo largo de toda la época estudiada. En mi opinión, estas diferencias no se deben solamente al hecho de que -una vez instaurado el régimen liberal- se estableciera en la Administración española el principio de exclusividad nacional. También hay que considerar el mayor grado de integración de las élites españolas en general, y de la comunidad intelectual en particular, en las redes europeas. En los siglos XVIII y XIX, los ingenieros españoles se sentían parte de la comunidad intelectual euro-atlántica y fueron aceptados como tales. Además, la barrera lingüística y cultural entre España y los países cuyas instituciones fueron percibidas como modelos a imitar era relativamente fácil de superar. La integración en las redes intelectuales europeas proporcionaba a los hombres de ciencia españoles un alto grado de autonomía, pues de este modo podrían conseguir trabajo al servicio de otro soberano con la ayuda de sus contactos extranjeros. Así por ejemplo los hombres de ciencia que se vieron -por distintas razones- condenados al exilio, pudieron integrarse en las instituciones científicas extranjeras. En general, esta posición dentro de las redes euro-atlánticas de circulación de conocimientos hizo posible reducir la dependencia de España de los expertos extranjeros en cuanto a la transferencia de conocimientos.

Los hombres de ciencia otomanos también formaron parte de redes

intelectuales y mostraron un alto grado de movilidad: no obstante, antes del mediados de siglo XVIII, su comunidad intelectual de referencia se encontraba sobre todo en los dominios musulmanes y las *linguae francae* eran el árabe y el persa, en vez del latín y del francés. Por lo tanto, existe un periodo de desajuste entre la orientación geográfico-cultural de la búsqueda de conocimientos técnicos y científicos y los lazos establecidos por los hombres que pudieran ser agentes de su apropiación. Este periodo cubre aproximadamente el último tercio del siglo XVIII y el primer tercio del siglo XIX. Fue a partir del segundo tercio del XIX cuando se produjo la reorientación de las redes de corresponsabilidad hacia Europa, una reorientación que acabó siendo casi total en el caso de las élites científicas. El creciente grado de interconexión de las élites otomanas con las europeas a partir de los 1860 ciertamente estimuló la transferencia cultural y la circulación de conocimientos. La capacidad de las élites otomanas de orientarse y establecer lazos en Europa les proporcionó mayor autonomía frente a las políticas del gobierno. Un número creciente de otomanos tenía acceso a la producción literaria y científica europea sin la mediación de las autoridades gobernantes. Asimismo las familias podían seguir sus propias estrategias en cuanto a la formación de sus miembros, igual que en España. Para interpretar estos cambios hay que tener en cuenta que los ingenieros dependían en gran parte del empleo público, sobre todo los musulmanes en el Imperio Otomano. Sin embargo, la autonomía en la adquisición de conocimientos altamente valorados les proporcionaba autoconfianza y les animaba a asumir el papel de artífices, más que de meras herramientas de las políticas de fomento y de transformación. Por otra parte, hay que subrayar que en ambos países, los ingenieros extranjeros participaron de forma decisiva en la invención, importación y adaptación de las nuevas técnicas relacionadas con el trabajo de ingeniero en la industria y en la construcción, sobre todo a partir de la segunda mitad del siglo XIX. La historia de este tipo de circulación del *know-how* está relativamente poco explorada en comparación con la transferencia de conocimientos científicos.¹⁸ En este sentido, los historiadores seguimos, salvo algunas honorables excepciones, bajo el hechizo de la ciencia.

La iniciativa individual de los hombres relacionados con la ingeniería actuó

¹⁸ David Edgerton, "From innovation to use: Ten (eclectic) theses on the history of technology", *History and Technology*, 16 (1999), 1-26 y "Creole technologies and global histories: Rethinking how things travel in space and time", *History of Science and Technology*, 1 (2007), 73-110. Nelly Oudshoorn and Trevor Pinch (eds.), *How users matter. The co-construction of users and technologies*, MIT, Cambridge, Ma., 2003.

en ambos países como fuerza motriz de la creación y de la movilización de las redes de popularización de la ciencia y de la tecnología. En ambos países se pueden identificar redes de divulgación de distinto alcance. Las más restringidas se limitaron a los alumnos de las escuelas de ingeniería y a los aspirantes a serlo. Éste era el caso sobre todo de España, donde la formación científica necesaria para entrar en las escuelas de ingeniería era de nivel mucho más alto que en el Imperio Otomano. Otras de estas redes de divulgación, más amplias, se vertebraron a través de algunos centros de enseñanza: en España, los ingenieros industriales se implicaron en la instrucción de los obreros en escuelas nocturnas, en el Imperio Otomano, los profesores de las escuelas de ingenieros dieron clases en las escuelas industriales o enseñaron de forma gratuita en la Escuela de Huérfanos. Los hombres de ciencia vinculados con la ingeniería contribuyeron asimismo a la transformación de la enseñanza de las ciencias, revitalizando la universidad en el caso de España o participando en su creación como un nuevo espacio de transmisión de conocimientos, en el Imperio Otomano. Las lecciones públicas y la producción, traducción y compilación de libros fueron resultado a menudo del incentivo de las autoridades o contaron con su apoyo. Divulgar podía significar no solamente buscar la ilustración del público, sino también el reconocimiento de los otros miembros de la comunidad intelectual y de las autoridades. Conseguir este reconocimiento podía suponer un paso adelante en la carrera, resultar en la promoción.

En ambos países, los ingenieros crearon y utilizaron nuevos espacios en los que se articuló y divulgó el discurso de la ciencia: periódicos, revistas, asociaciones y academias, demostraciones y experimentos para distintos tipos de público. Las prácticas divulgativas desarrolladas en estos espacios formaron parte de la búsqueda del reconocimiento y de la legitimidad socio-profesional, como también contribuyeron a la configuración de las identidades de los ingenieros como expertos con derecho a formular las políticas públicas y las estrategias económicas. Se puede observar una clara diferencia temporal en cuanto a la expansión de estos espacios de popularización. En España se observa una gran proliferación de la actividad divulgadora desde mediados del siglo XIX. En el Imperio Otomano se crearon ciertos vehículos de divulgación a partir de los 1860, pero la participación de los ingenieros es testimonial hasta principios del siglo XX. Para ser precisos, encontramos a hombres que estuvieron en algún punto de su vida relacionados con la ingeniería participando en estas prácticas, pero en escasas ocasiones lo hacían como ingenieros. Un cambio sustancial en este sentido no se produjo hasta el Segundo Periodo Constitucional. La comparación entre España y el

Imperio Otomano sugiere que la institucionalización de la ingeniería civil por una parte, y la apertura de espacios de debate político, por otra, podrían ser los factores clave para que los ingenieros aparecieran como divulgadores desde posiciones socio-profesionales.

Considerando la cuestión de la popularización de la tecnociencia, no se debe olvidar la circulación de objetos-productos de trabajo de los ingenieros (máquinas, puentes de hierro) y la proliferación de experiencias hechas posible por la ingeniería (un viaje en el tren, el agua corriente). La visibilidad de los productos del trabajo de los ingenieros y su integración en la vida cotidiana de una gran parte de la población, contribuyeron en ambos países a la expansión del discurso de la ciencia y el progreso más allá de las élites alfabetizadas. En este sentido, sobre todo los habitantes de las ciudades se convirtieron en el público de los ingenieros-artífices de los cambios tecnológicos y a la vez actuaron como agentes de este cambio, apropiándose de las nuevas herramientas y de los nuevos espacios, otorgando significados a las nuevas experiencias, más allá del control de los técnicos y de las autoridades.

Los ingenieros españoles y otomanos estaban insertos en múltiples redes de circulación de conocimiento. Estas redes fueron organizadas tanto horizontal como verticalmente, es decir, además de relaciones de igualdad existían relaciones de dependencia e incluso de subordinación. El papel activo de los gobernantes y de las instituciones no debe hacer invisible lo importante que fueron las redes intelectuales en la movilización de los recursos humanos y en la circulación de conocimientos. Estas redes de corresponsabilidad actuaron entrelazadas con las redes de patrocinio y de divulgación. De hecho, no se trata de dos dinámicas que se puedan entender de forma separada, ya que se apoyaron y retroalimentaron mutuamente. Además, las personas podían actuar -y actuaron- a la vez como hombres de ciencia y como cargos de responsabilidad en las estructuras del poder político o económico, a la vez creadores y parte de la opinión pública. Esta multiplicidad invita a matizar la separación nítida entre las tres redes y también a reconsiderar las dinámicas jerárquicas en el modelo propuesto por Lafuente y López-Ocón. El alcance social y geográfico de las redes de circulación de conocimientos varió a lo largo de la época estudiada. El componente personal de las relaciones transnacionales que otorgó -como hemos observado- una gran ventaja a España en cuanto a la apropiación de los conocimientos en el siglo XVIII y en la primera mitad del siglo XIX, mantuvo su importancia durante toda la época. No obstante, con la institucionalización de la ingeniería a nivel de los estados, las instituciones locales se convirtieron en mediadores de la relaciones más allá de las

fronteras. Desde esta posición “nacional” los ingenieros accedían a la palestra internacional. Esta transición data del segundo tercio del siglo XIX en el caso de España, mientras que en el Imperio Otomano se inició de forma significativa en las últimas décadas del siglo XIX.

3. La figura del ingeniero y los pilares de la legitimidad profesional

En su estudio comparativo que analiza las culturas profesionales de los ingenieros en Francia y en los Estados Unidos, Eda Kranakis identifica las fuentes de legitimidad profesional en cada país y examina las implicaciones de cada manera de adquirir reconocimiento. Kranakis opone el credencialismo francés, en el que el Estado funciona como el último garante de la legitimidad, a la lógica del mercado que en la primera mitad del siglo XIX dominaba en el ámbito estadounidense.¹⁹ Los ingenieros franceses, al operar en un sistema credencial, adquirieron su cualidad de tales a través del paso por un sistema de formación dirigido y/o garantizado por el Estado. Por otra parte, los estadounidenses alcanzaron reconocimiento a través del mercado: al ser encargados de proyectos de ingeniería y también al patentar y vender sus inventos. Hay que tener en cuenta que esta dualidad no fue del todo nítida y que fue limitada en el tiempo, desarrollándose en ambas culturas ingenieriles procedimientos parecidos, aunque en grado distinto. Podemos sin embargo utilizarla como un modelo ideal para establecer las diferencias y las semejanzas en este aspecto entre España y el Imperio Otomano.

Para ser precisos, debemos subrayar -basándonos en el análisis detallado en la sección inicial de este capítulo- que en las primeras décadas de la época estudiada coexistían distintas dinámicas de adquirir la legitimidad y el reconocimiento profesional. En la segunda mitad del siglo XVIII, España contaba con un aparato militar autónomo consolidado, dentro del que operaban las instituciones de creación y reproducción de la figura del ingeniero militar: los cuerpos de ingenieros y las academias de matemáticas. Por otra parte, seguía perpetuándose una práctica centenaria, según la cual los ingenieros mantenían una relación personal con el soberano, sin mediación institucional. A pesar de la creación de las instituciones de la ingeniería civil alrededor de 1800, no desapareció en España esta vía de adquisición de reconocimiento como ingeniero que consistía en ser aceptado como tal al servicio de un dignatario.

¹⁹ Eda Kranakis, *Constructing a Bridge...*

Siguió coexistiendo con las otras maneras de legitimación hasta las primeras décadas del régimen liberal, cuando tuvo lugar la institucionalización definitiva de la ingeniería civil dentro del aparato administrativo (cuerpos y escuelas de ingenieros civiles, administraciones encargadas de los nuevos campos de intervención pública) dentro de la lógica del servicio público orientado a la consecución del bien común en el marco de la Patria.

En el Imperio Otomano, fue durante el reinado de Selim III (1789-1807) cuando las casas de ingenieros-geómetras (*mühendishane*) adquirieron tal grado de institucionalización que fueron capaces de actuar a la vez como escuelas para oficiales y como una especie de cuerpos para grupos reducidos de ingenieros-geómetras. Sin embargo, la relación personal con un dignatario como manera de legitimación de la práctica profesional seguía siendo fundamental en el Imperio Otomano hasta prácticamente la Revolución de los Jóvenes Turcos. Por otra parte, hay que subrayar que durante la segunda mitad del siglo XIX entraron en juego otros elementos que interactuaron con el principio de la lealtad personal, resultando en un modelo híbrido. Las autoridades buscaron, cada vez más, a hombres con conocimientos acreditados y también se lanzaron a crear sus propias instituciones de enseñanza para nutrir el aparato burocrático en expansión. Por otra parte, la noción del servicio público cuyo último referente no era el sultán (ni la dinastía), sino la salvación de la Patria se extendió entre los hombres en todos los niveles de la Administración. Reconsiderando la historia de la ingeniería civil en ambos países, parece evidente que un régimen basado en la voluntad del soberano constituía un marco precario para las instituciones plenamente civiles de la ingeniería moderna. No fue así porque los monarcas fueran “retrógrados” o carecieran de interés en el desarrollo de la ingeniería, sino porque la legitimidad derivada de la voluntad personal no garantizaba la estabilidad a medio plazo de las instituciones técnicas y científicas de nueva creación.

En paralelo con el proceso de la institucionalización de la ingeniería, el Estado -como una entidad abstracta y como su plasmación en instituciones jurídico-administrativas- fue sustituyendo al soberano como fuente de legitimidad en ambos países, especialmente para los ingenieros locales. Los ingenieros obtenían su cualificación a través de las escuelas de ingeniería, instituciones fundadas, reguladas y financiadas por el Estado. En España, la ley ejerció fue la herramienta para determinar las competencias profesionales. Los ingenieros españoles -funcionarios y profesionales liberales- aceptaron la intervención del Estado en el proceso de definición de los

campos de acción especializados y lo buscaron como árbitro en las disputas profesionales. En la segunda mitad del siglo XIX, el mercado adquirió cierta importancia como fuente de legitimidad *social* de los ingenieros españoles, sobre todo para una parte de los ingenieros industriales quienes -dentro del liberalismo radical- interpretaron su posición en la industria privada como signo de su *verdadera* utilidad frente a los ingenieros al servicio del Estado. No obstante, en aquella época el modelo credencial de la legitimidad *profesional* ya había alcanzado una posición hegemónica en España: la capacidad manifestada en la fábrica o en el tajo no sustituía la educación formal en su papel de principal criterio de definición de un hombre como ingeniero.

¿Cómo obtenían el reconocimiento los ingenieros en el Imperio Otomano? ¿Estableció el Estado el monopolio de otorgar legitimidad? ¿Cuál era el papel del mercado? Tal y como acabamos de ver, después de la Guerra de Crimea (1853-1856) proliferaron las formas híbridas de adquirir legitimidad y reconocimiento, derivadas de la redefinición compleja del poder político. Asimismo hay que tener en cuenta otros factores: 1) el bajo grado de integración de los hombres otomanos en la comunidad científica europea hasta el último tercio del siglo XIX, y 2) la dependencia semi-colonial de la economía otomana durante el último tercio del siglo XIX y principios del XX. En este contexto no resulta sorprendente que el Estado no estableciera su hegemonía como garante de la capacitación y de la legitimidad profesional, sino que hasta el final de la época estudiada coexistieron e interactuaron varias fuentes de legitimidad.

Al examinar el papel del mercado, no debemos asumir una imagen idealizada de éste como una fuerza que premia la capacidad objetiva y castiga a los inútiles. Por ejemplo, las prácticas de las empresas extranjeras en España, pero sobre todo en el Imperio Otomano, pueden servir para que nos demos cuenta hasta qué punto intervinieron también las ideas preconcebidas, las afinidades, la capacidad de los agentes de utilizar elementos extra-económicos en la negociación. El reclutamiento de los ingenieros por parte de las empresas extranjeras, mixtas y locales, y las condiciones de su trabajo, fueron marcados por factores culturales, algunos parecidos a los que influyeron en las prácticas de reclutamiento de la Administración, otros distintos. En el Imperio Otomano la presencia decisiva del capital extranjero en los grandes proyectos de obras públicas contribuyó, efectivamente, a que coexistieran varias maneras de conseguir reconocimiento como ingeniero y que la Administración otomana no tuviera control sobre ellas. De cualquier modo, el mercado constituyó indudablemente una de

las bases de configuración de la figura del ingeniero en el Imperio Otomano. Aunque este tema ha sido relativamente poco estudiado, existe una serie de indicios en este sentido. Uno de ellos es el hecho de que inmediatamente después de la Revolución de los Jóvenes Turcos aparecieran asociaciones profesionales basadas en la idea del ingeniero civil como *profesional*, independientemente de si estaba al servicio de la Administración o trabajaba en el sector privado. La historia de los ingenieros que ejercieron de tales en el Imperio fuera de la Administración queda oscurecida en las narrativas dominantes de la ingeniería otomana-turca, quizá por tratarse de extranjeros o de no-musulmanes. No obstante resulta evidente que a finales del siglo XIX, como muy tarde, existió una noción bien definida de ingeniero como profesional, moldeada sin duda por la presencia y por la práctica de los ingenieros fuera del servicio público.

Aún teniendo en cuenta las diferencias expuestas arriba, se puede afirmar que en ambos países, las instituciones de formación desempeñaron un papel decisivo en la configuración de la ingeniería como área de conocimientos y como profesión moderna. Los contenidos de las enseñanzas y las prácticas de su funcionamiento moldearon la figura del ingeniero. Sobre todo, el conocimiento especializado y los procedimientos meritocráticos de selección y evaluación sirvieron como herramientas de legitimación y como pilares de apoyo del discurso profesional. Fijándonos en los momentos de apogeo, de estancamiento y de desintegración de los centros educativos a lo largo de la época estudiada, y en los efectos que estas situaciones tuvieron, podemos intuir la importancia clave de las escuelas para la consolidación de la figura y de la identidad de ingeniero en ambos países. Producto de una nueva visión del territorio, de los discursos de fomento y de la ciencia, las escuelas fueron a la vez “fábricas de identidad”, creadoras de la figura del ingeniero moderno.

La historia de la ingeniería moderna en España y en el Imperio Otomano aparece estrechamente ligada a la historia de la ciencia. Aunque en ambos países también se pueden trazar genealogías artesanales o “empíricas” de la ingeniería, el papel prominente del Estado hace que éstas sufrieran cierta marginalización (en distinto grado, como hemos podido apreciar en el análisis del papel del mercado como fuente alternativa de legitimidad) y que la narrativa hegemónica se constituyera alrededor de las instituciones de formación superior. En el siglo XVIII, en ambos países las autoridades identificaron los conocimientos técnicos y científicos como vehículos para llevar a cabo sus proyectos de reforma y de intervención. Además, los hombres implicados en estas políticas formaban parte de las comunidades intelectuales de su

época y buscaron reconocimiento dentro de ellas. Este factor empujó, en mi opinión, a los hombres de ciencia que fueron encargados de crear y dar vida a las escuelas de ingeniería, a imponer a éstas una orientación más científica que la buscada originalmente por las autoridades, preocupadas en ambos casos por la utilidad y por la aplicación inmediata. En ambos países, las escuelas de ingenieros aparecen estrechamente vinculadas con la ciencia en general y con las ciencias físico-matemáticas en particular, hasta el punto de convertirse en focos de producción científica más allá de la ingeniería.

Este fenómeno ha sido definido en el contexto de la historia de la ciencia española como militarización de la ciencia por Peset y Lafuente. Según estos investigadores, se trataba del esfuerzo por parte de las autoridades de controlar la circulación y la producción de conocimientos, con dos objetivos principales. En primer lugar se trataba de garantizar la “aplicación útil” de estos conocimientos a los fines definidos por las autoridades. El segundo objetivo consistía en limitar el potencial subversivo de la ciencia. Aceptando esta hipótesis para España, tengo que subrayar que en mi opinión el parecido con las dinámicas en el Imperio Otomano es solamente parcial. En ambos países las autoridades identificaron los conocimientos técnicos y científicos como claves para llevar a cabo las mejoras en el ámbito militar (incluidos las artes navales). Efectivamente, en ambos casos los gobernantes intentaron -con mayor o menor éxito- canalizar la producción y la apropiación tecno-científica hacia fines que entendían como útiles, en términos caracterizados por algunos investigadores como ciencia para el desarrollo.²⁰ Sin embargo, creo que no hay una coincidencia en cuanto a la imposición del marco militar a la ciencia con el propósito de impedir la disidencia ideológica. O, para ser precisos, no la hay hasta bien entrado el siglo XIX. No he encontrado muestras de que las autoridades otomanas del siglo XVIII identificaran un potencial subversivo en las innovaciones técnicas y científicas importadas de Europa. Tampoco creo que la oposición con la que se encontraron las nuevas instituciones en el Imperio Otomano, feroz y destructiva en ocasiones, estuviera motivada originalmente por la vinculación de éstas con los conocimientos técnicos científicos de origen importado. A pesar de que la historiografía perpetúa la imagen de los intelectuales otomanos de formación “tradicional” como opositores feroces a la innovación técnica y científica, nos encontramos con que precisamente algunos *ulemá* fueron quienes en el

20 Hebe Vessuri, “Ciencia, tecnología y desarrollo: una experiencia de apropiación social del conocimiento”, *Interciencia*, 27 (2, 2002), 88-92.

siglo XVIII y a principios del XIX mostraron mayor interés en los aspectos científicos de la transferencia, incluso hasta el punto de marginalizar, para disgusto de los gobernantes, los aspectos tecno-militares de los conocimientos importados. La situación empieza a encajar mejor en el discurso de la lucha entre la tradición y la modernidad a mediados del siglo XIX. En esta época, la ciencia europea adquirió significado ideológico, al establecerse una oposición entre los saberes clásicos y los modernos y al ser reivindicada la ciencia moderna como una vía de ilustración de la sociedad y una herramienta para salvar el Imperio. Es a partir de entonces cuando podemos pensar en la militarización de la ciencia en el Imperio Otomano como una manera de controlar y limitar su potencial subversivo.

La síntesis entre lo militar y lo científico marcó a la ingeniería en general allí donde los ingenieros empleados en la Administración y configurados según el ejemplo militar, se establecieron como modelo para los profesionales liberales en cuanto a la formación. España pertenece claramente a este grupo, con sus cuerpos de ingenieros civiles, hombres con formación definida por ellos mismos como científica. Estos cuerpos adquirieron a partir de los años 1830 características cuasi-militares, configurándose así un perfil de ingeniero-funcionario muy parecido al de los politécnicos franceses. La ingeniería industrial española, orientada hacia el sector privado, no imitó a los cuerpos de funcionarios en cuanto a las prácticas cuasi-militares, pero sí en imponer un perfil científico a la figura del ingeniero industrial. En el Imperio Otomano, la configuración fue más fragmentada, coexistiendo figuras de ingeniero muy distintas en cuanto al grado de carácter científico y a las fuentes de legitimidad profesional. En este sentido, este modelo plural nos puede recordar a la configuración de la ingeniería en Gran Bretaña, con importantes diferencias: sobre todo 1) la voluntad del Estado otomano de formar ingenieros para cubrir las necesidades de la administración civil, 2) el peso de las empresas extranjeras en la economía otomana, 3) el alto grado de dependencia de los expertos extranjeros, y 4) las trabas al asociacionismo profesional que persistieron en el Imperio Otomano hasta principios del siglo XX. A finales del siglo XIX, este heterogéneo panorama empezó a transformarse - lentamente- en un sistema dual. Dentro de la Administración se creó la figura del ingeniero civil con un perfil científico y con una formación cercana a la militar, semejante a España y a Francia. Esta figura estuvo encarnada en su mayoría -que no en su totalidad- por hombres musulmanes. En el sector privado, por otra parte, coexistían ingenieros y técnicos con todo tipo de formación, incluido el aprendizaje a través de la

práctica. En el desempeño profesional, su nacionalidad o características etno-religiosas podían resultar igual o más importantes que su formación.

Los ingenieros españoles al servicio del Estado consiguieron crear para sí un espacio dentro del aparato administrativo que se caracterizaba por cierta autonomía y por un alto grado de autorregulación. Además, a partir del segundo tercio el siglo XIX podían contar con la opinión pública que expandía rápidamente, incluyendo cada vez mayor parte de la población urbana. La actividad pública de los ingenieros les sirvió para reforzar su posición de portavoces de la ciencia en el sentido más amplio, mientras sus competencias definidas dentro de la Administración contribuyeron a estabilizar los contenidos del concepto de *ingeniero* en sus distintas especialidades.²¹ Por lo tanto, los ingenieros españoles desarrollaron unas identidades corporativo-profesionales fuertes, y combinaron con éxito la noción caballerescaseñorial de los “hombres de ciencia” - cuando el concepto del *científico* sólo estaba empezando a fraguarse y se hallaba lejos del reconocimiento profesional- con la categoría de ingeniero, héroe del progreso que sirve a la Nación construyendo obras de utilidad general, extrayendo riquezas del subsuelo o introduciendo procedimientos innovadores en la agricultura y en la industria.

En el Imperio Otomano, la consolidación de la figura del ingeniero siguió caminos distintos. Hasta finales del siglo XIX observamos una tensión creada por la dificultad de compaginar el perfil de burócrata de élite con el trabajo de ingeniero. De hecho se puede observar una separación creciente entre dos grupos. Por una parte, un grupo de hombres que alcanzan un alto estatus social a través de su carrera burocrática. Esto supone, sin embargo, cierto debilitamiento de los vínculos de estos hombres con la práctica de ingeniero (salvo las tareas docentes y de dirección administrativa), aunque no con la ciencia. Estos hombres ostentaron la identidad de hombre ilustrado, no de ingeniero, sino más bien de hombre de ciencia, portador de las luces, compatible con la del burócrata de alto rango. Esta identidad les incentivaba a sentirse autorizados a definir los intereses del Estado y a actuar en consecuencia. Por otra parte, los hombres otomanos que se dedicaron a la práctica de ingeniero estructuraron sus identidades más bien alrededor de las nociones de oficial o de funcionario que alrededor de las tareas que constituyeron el contenido de su servicio (*hizmet*). La configuración de la

21 Al establecerse en España en los años 1830 el perfil del ingeniero como empleado público facultativo, se desataron las luchas por la definición de los campos de acción dentro de la Administración. Luego, con la expansión del sector privado durante la segunda mitad del siglo XIX y principios del siglo XX, estos conflictos se extendieron también hacia el sector privado y el Estado fue llamado a arbitrar en ellos.

administración de obras públicas, la creación de la escuela de ingenieros civiles y la expansión de la opinión pública y del discurso patriótico aparecen como factores clave en el cambio, a finales del siglo XIX, hacia una configuración más parecida a la española, con su sentido del deber, su confianza basada en el *conocimiento útil* y su reclamo del liderazgo social. Sin embargo, a diferencia de España acabó articulándose en el Imperio Otomano una identidad profesional de ingeniero muy inclusiva, frente a la gran fragmentación no solamente por cuerpos y especialidades, sino también entre los funcionarios y los profesionales liberales, que se observa en España. A pesar de las diferencias, los ingenieros españoles y otomanos llegaron a principios del siglo XX a formar parte de las redes difusas del poder en calidad de expertos, autónomos del poder político y a la vez formando parte de él. La legitimidad de su intervención se nutría de dos fuentes principales. La primera fuente poseía dimensiones transnacionales: el conocimiento definido como útil, especializado e intrínsecamente innovador, articulado a través del discurso de la ciencia. La segunda, vinculada a un proyecto del Estado, era el sentimiento de estar llamados a actuar para el bien -definido en términos del progreso y de la civilización- de la comunidad imaginada que por aquel entonces podría en ambos casos ser caracterizada como *nacional*.²² De esta síntesis surgía un nuevo modelo de hombre, integrado en la masculinidad hegemónica de la época y a la vez capaz de tensar sus límites hacia una definición que situara el patriotismo, el trabajo y la capacidad técnica en el centro de la identidad del hombre.

4. A modo de síntesis: la cuestión de los modelos

Después de haber examinado el papel del Estado en la configuración de la ingeniería moderna, la inserción de los ingenieros en las distintas redes de circulación de conocimientos y los pilares de la legitimidad profesional, disponemos de una base para afrontar la cuestión de la circulación de los modelos de formación de la ingeniería, como también los modelos de organización de su trabajo. La historia de la ingeniería moderna ha tratado de forma extensa la cuestión de la circulación y apropiación de modelos de formación y organización de ingenieros. De forma menos sistemática, los historiadores interesados en la construcción del Estado y de la administración han

22 Tal y como se ha mencionado en el capítulo *Engineers and Political Change* de la sección otomana, las fronteras de esta comunidad imaginada no fueron necesariamente objeto de consenso. Existe un amplio debate sobre la definición de la comunidad que se constituía en referente del poder político como otomano-musulmana o turca.

analizado el papel de los modelos extranjeros en la configuración de la administración de obras públicas y en otros campos de acción definidos como competencia de los ingenieros. Grelon, Gouzévitch y Karvar han llamado la atención sobre la polisemia de la noción de *modelo*, apuntando que ésta ha sido utilizada en distintas épocas y contextos geográfico-culturales y también en la historia de la ingeniería “en el plano terminológico como una mera etiqueta, en el plano relacional para hacer visibles las relaciones entre el aprendizaje teórico y práctico, en el plano estructural para designar un tipo concreto de organización del establecimiento escolar o del sistema de enseñanza, e incluso en el plano ideológico, como aspecto a tener en cuenta al identificar un tipo de establecimiento nacional frente al “modelo” de referencia extranjera, ya que éste es a menudo explotado políticamente por las partes involucradas.”²³ En esta sección, la noción de modelo se utilizará en varios de los sentidos mencionados arriba, que serán especificados en cada caso. Asimismo prestaré atención a establecer si los parecidos que se pueden observar eran o no productos de apropiación de un modelo particular o si se debieron a otros factores.²⁴

El análisis de la ingeniería española ha permitido identificar una serie de rasgos que se utilizan a menudo para definir el modelo *politécnico* (haciendo referencia a la *École Polytechnique* francesa) de la configuración de la ingeniería moderna: la síntesis de lo científico con lo militar, la organización de los ingenieros del Estado en cuerpos de funcionarios con rasgos militares, su formación definida como científica en las escuelas especiales diseñadas para nutrir la Administración. Había dos principales diferencias entre España y Francia: 1) la falta en España de una formación superior común para las distintas especialidades de ingenieros del Estado, y 2) el hecho de que todas las escuelas españolas destinadas a formar ingenieros para el sector público y privado acabaron asumiendo el modelo científico de ingeniería, sin crearse una jerarquía entre ingenieros que correspondiera, al menos en parte, al grado de científicidad de la formación, tal como pasó en Francia.²⁵ En el Imperio Otomano, los orígenes de la ingeniería moderna también se caracterizan por la síntesis de lo científico con lo militar. Por otra parte, la educación formal superior no se convirtió en la

23 Irina Gouzévitch, André Grelon y Anousheh Karvar, “Présentation”, en *La formation des ingénieurs en perspective...*, 13.

24 En esta sección se utilizan partes extensas (íntegras, modificadas o desarrolladas) de mi artículo : Darina Martykánová, “Les fils du progrès et de la civilisation: les ingénieurs des travaux publics en Espagne aux XVIIIe et XIXe siècles”, *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 10 (2009), 251-270.

25 Robert Fox, “Les regards étrangers sur l'École Polytechnique : 1794-1850”, en Bruno Belhoste, Amy Dahan-Dalmedico, Dominique Pestre y Antoine Picon, *La France el X: deux siècles d'histoire*, Economica, París, 1995, 63-74.

principal fuente de legitimidad para los ingenieros civiles hasta finales del siglo XIX, configurándose un modelo plural de ingeniería fuera del ámbito militar. A finales del siglo XIX, en este modelo plural empezó a ganar prominencia la figura de ingeniero civil al servicio del Estado que ostentaba algunas de las características fundamentales del llamado modelo politécnico. En particular se trata de la formación científica en escuelas especiales diseñadas para formar empleados del Estado, y de la disciplina militar durante su formación y durante el servicio activo.

Sin embargo, hay que preguntarse hasta qué punto estas semejanzas derivaron de la apropiación y hasta qué punto fueron producto de otras dinámicas. La configuración de la ingeniería militar en Francia y España se caracterizó por las influencias mutuas en el período entre 1650 y 1750. La síntesis entre lo científico y lo militar no es, en mi opinión, una apropiación unilateral, sino que se desarrolla en España en paralelo con Francia y con otros países del continente. Algunas instituciones militares de carácter técnico-científico incluso aparecen en España con anterioridad a Francia. El Imperio Otomano también participó en estas dinámicas, en una posición de dependencia a nivel simbólico, que se produjo cuando las autoridades articularon la conciencia del retraso militar frente a las potencias europeas. Sin embargo, el hecho de que los gobernantes otomanos identificasen los conocimientos técnicos y científicos como clave para la superación de este retraso, y por lo tanto intentaran remediar este retraso mediante políticas de apropiación, no se debe a que tuvieran delante de sus ojos un modelo consolidado de ingeniería militar de cariz científico que quisieran imitar. Esta identificación, que se produjo antes del periodo analizado en este trabajo, tiene raíces a la vez locales y transnacionales, que se merecen un estudio detallado en el futuro.²⁶

Aunque en grado distinto, es indudable que a partir del último tercio del XVIII los papeles quedaron distribuidos de una forma desigual, pues Francia se convirtió en un ejemplo a imitar tanto para España y para el Imperio Otomano. Mientras las autoridades otomanas centraron su atención en el ámbito tecno-militar, para los españoles ilustrados Francia se estableció como ejemplo en un sentido mucho más amplio, como la representante más destacada de los últimos logros de la civilización. La apropiación más adelante del modelo napoleónico en la Administración española creó

26 En realidad, el periodo 1650-1770 queda fuera de este trabajo. Sin embargo, he considerado indispensable ofrecer una breve síntesis, basada en las fuentes secundarias. De este modo, mi análisis sufre necesariamente las limitaciones impuestas por las lagunas existentes en la investigación dedicada a dicho período.

unas condiciones propicias no solamente para la importación directa en el campo de la ingeniería (en ocasiones se trataba de la importación mediada por Francia de modelos organizativos y conocimientos desarrollados en otros países), sino también para el surgimiento de prácticas parecidas sin tratarse de importación o de imitación consciente. En el Imperio Otomano, el hecho de que fueran sobre todo los ingenieros franceses quienes pudieron introducir las prácticas que conocían de su país en las nuevas instituciones de ingeniería otomana a finales del siglo XVIII y a principios del XIX se debió, en mi opinión, principalmente a las alianzas políticas del momento. No obstante, conforme iba avanzando el siglo XIX, Francia adquirió para las élites otomanas un significado como el máximo representante de la civilización, parecido al que había tenido para las élites españoles a finales del siglo XVIII y a principios del XIX. En cuanto a la construcción del aparato administrativo, España y el Imperio Otomano llegaron a compartir, aunque en distinto grado, ciertas tendencias con Francia: el afán centralizador, la visión de la acción transformadora desde arriba y, en caso de España, el papel del Estado como fuente de legitimidad para las élites profesionales. En mi opinión, estas similitudes hicieron posible la implantación exitosa de algunas instituciones relacionadas con la ingeniería desde Francia a España, al Imperio Otomano y a otros países que compartían estas características, mientras que semejantes intentos tuvieron un efecto muy limitado cuando se llevaron a cabo en contextos radicalmente distintos como fue, por ejemplo, el caso del traslado del modelo de la *École Polytechnique* a los Estados Unidos²⁷.

Considerando la cuestión de la circulación y apropiación de modelos, hay que tener en cuenta que ésta se desarrolló en un contexto geopolítico marcado por rivalidades y alianzas a nivel internacional, a la vez que se establecieron lazos transnacionales culturales, intelectuales y económicos más o menos autónomos de los estados. Por lo tanto, el hecho que las instituciones de un país se convirtieran en el punto de referencia suele deberse a múltiples razones. Así por ejemplo, la ingeniería británica se introdujo en el Imperio Otomano dentro del marco de la alianza entre ambos imperios. En España, la imagen idealizada de la ingeniería británica sirvió sobre todo como punto de referencia para plantear críticas al funcionamiento del sistema existente, en términos de la defensa de la iniciativa privada y el rendimiento de la industria. La ingeniería belga, cuya importancia como punto de referencia a nivel

²⁷ Eda Kranakis, *Constructing a Bridge...*, 233-305.

internacional ha sido poco estudiada, representaba las posibilidades de éxito de un país que no fuese una gran potencia. Las instituciones de ingeniería alemanas se convirtieron tanto en España como en el Imperio Otomano en una fuente de inspiración no sólo porque fue allí donde se planteó una crítica radical al modelo matematizado de enseñanza de ingeniería, sino también en un contexto marcado por el éxito económico alemán a partir de la segunda mitad del siglo XIX. En el caso otomano, además, la transferencia de conocimientos y de prácticas desde Alemania se inscribía en el marco de una colaboración intensa y amplia entre ambas potencias iniciada en las últimas décadas del siglo XIX. Las afinidades culturales, la posición de un país en el tablero geopolítico, las características de su economía y también la imagen que se tenía sobre sus cualidades en cada campo y sobre las razones de estas: todo eso eran factores que podían moldear -y efectivamente moldearon las posibilidades de que las instituciones de un país se convirtiesen en un modelo de referencia. En general, la intervención extranjera fue más directa en el Imperio Otomano, debido a 1) la presencia de los expertos extranjeros en las instituciones otomanas, y 2) la intervención de las potencias extranjeras en el Imperio. Sin embargo, aún así podemos reiterar la observación de que las posibilidades de una apropiación acertada y eficaz se debieron más a la existencia de marcos discursivos e institucionales compatibles, al menos parcialmente, que a la voluntad de los agentes.

Mientras en Francia y en España la administración de las obras públicas se llevó a cabo a través de los cuerpos de ingenieros civiles al servicio del Estado, moldeados a la semejanza de los cuerpos militares, en el Imperio Otomano no se constituyeron los cuerpos de ingenieros civiles salvo en el caso específico de Egipto.²⁸ En España, como en Francia, los cuerpos de ingenieros desarrollaron un fuerte *espíritu de cuerpo* y consiguieron establecerse como la élite profesional y social, apoyándose en el Estado, a la vez que alcanzaron un nivel de autonomía que les permitía cierto grado de autogobierno y también la formulación de su propio discurso corporativo-profesional independiente de las estructuras burocráticas en las que estaban integrados. A diferencia de Francia, las divisiones por cuerpos/especialidades fueron tan marcadas que

28 Los cuerpos de ingenieros civiles surgieron y se consolidaron bastante más tarde en España que en Francia, haciendo los gobernantes un uso sistemático de los ingenieros militares para la construcción y el mantenimiento de obras civiles. La militarización de las obras públicas a través del trabajo de ingenieros del Ejército duró en España hasta el primer tercio del siglo XIX y en otros países como Portugal, Grecia o el Imperio Otomano la ingeniería civil no se consolidó hasta la segunda mitad del siglo. El uso de ingenieros militares podría tener relación con las dificultades financieras del Tesoro en estos países, pero también con la legitimidad cuestionada de las nuevas instituciones civiles antes de que se estableciera un régimen liberal (mientras durara el Antiguo Régimen).

obstaculizaron la configuración de una comunidad imaginada de ingenieros y, en consecuencia, las posibilidades de éstos de actuar en conjunto como un poder (proto)tecnocrático. En el Imperio Otomano existió primero un modelo ecléctico de las casas-escuelas de ingeniería que funcionaron como centros de formación de oficiales y como base de unos grupos reducidos de ingenieros-geómetras, encargados de la enseñanza y utilizados para llevar a cabo tareas técnicas. Fue con la consolidación de las instituciones de ingeniería civil (la administración de obras públicas y la Escuela de Ingeniería Civil) cuando los ingenieros empezaron a articular un discurso profesional y se lanzaron a la conquista de las posiciones entre las élites burocráticas y sociales. La inexistencia de los cuerpos les exponía a la arbitrariedad de los superiores, aunque se puede observar que en el Segundo Periodo Constitucional, los ingenieros otomanos no dudaron en utilizar herramientas distintas (las asociaciones, la prensa) para conseguir mayor grado de autonomía. Una diferencia fundamental entre Francia y España por una parte y el Imperio Otomano por otra, consiste en que no se consolidaron en el Imperio Otomano escuelas destinadas a producir ingenieros para el sector privado.

Las universidades no desempeñaron un papel decisivo en la formación de ingenieros ni en España ni -mucho menos- en el Imperio Otomano. En España, igual que en Francia, las universidades fueron consideradas como obsoletas en el momento de la configuración de las ingenierías. Tampoco las madrasas asumieron esta tarea en el Imperio Otomano. En los tres casos, las autoridades decidieron crear escuelas de enseñanza superior especializada dentro de las estructuras del Estado. Cuando las universidades en España introdujeron innovaciones científicas en su programa, las escuelas especiales ya estaban firmemente consolidadas y se optó por la desvinculación incluso al crearse centros destinados a formar ingenieros para el sector privado. En el Imperio Otomano se acabó produciendo una ruptura en el sistema de enseñanza superior: las madrasas no se transformaron en centros de formación científica moderna y se optó finalmente por crear universidades a la europea. Estas tardaron en consolidarse hasta principios del siglo XX, y el último siglo de existencia del Imperio Otomano está marcado sobre todo por la proliferación de las escuelas creadas por el Estado para nutrir a las estructuras de gobierno militar y civil.

Tanto en España como en el Imperio Otomano, las escuelas de ingenieros se convirtieron en una herramienta eficaz para crear y reproducir un perfil determinado de ingeniero, vinculado con el ideal analítico como manera de entender la profesión. Se puede observar, sin embargo, un factor diferencial clave: en España, estas escuelas

superiores podían introducir mecanismos de selección exigentes, ya que existían centros de educación secundaria que proporcionaban a las élites una formación en ciencias. En el Imperio Otomano las posibilidades de implantación de exámenes de entrada exigentes y de un currículum altamente científico se vieron lastradas por la falta de disponibilidad de una enseñanza secundaria adecuada. Cuando esta falta fue parcialmente remediada a finales del siglo XIX, el estatus relativamente bajo de los ingenieros militares ya había desviado la atención de las élites hacia otros establecimientos de enseñanza superior (la Academia Militar, la Academia de Medicina). La situación empezó a cambiar con la consolidación de la Escuela de Ingeniería Civil y sobre todo a partir de la Revolución de los Jóvenes Turcos.

En Francia se crearon varias instituciones de enseñanza a través de las que se accedía a la profesión de ingeniero, la *École Polytechnique* y sus escuelas de aplicación, la *École centrale* y el *Conservatoire des Arts et Métiers*. En este panorama se creó una jerarquía entre los ingenieros basada en la formación, con los *polytechniciens*, los más teóricos, en la cúspide y los *gadzarts*, los más orientados hacia la práctica, en los peldaños más bajos. Se estableció una estrecha relación entre el prestigio de cada institución de enseñanza, el peso de la teoría en la formación del ingeniero y el origen social de los alumnos. De esta forma, la formación teórica gozaba de alto prestigio y se produjo cierto *academic drift* o tendencia hacia la teorización de la ingeniería en el sentido de que todas las escuelas emulaban a la *Polytechnique*. Sin embargo, la *École Centrale* y el *Conservatoire d'Arts* a su vez desarrollaron su propio perfil más práctico y más vinculado con las necesidades de la empresa privada, apoyado en un discurso defensivo frente a lo que llamaban la *mafia polytechnicienne* que ocupaba los puestos más ventajosos en el servicio público.²⁹

En España, todos los centros de formación de ingenieros acabaron gozando del estatus de escuela superior. Todos los miembros de la comunidad de los ingenieros españoles consolidaron una clara vocación elitista, parecida a la de los *polytechniciens*, vocación basada en una formación definida como científica. En estas aspiraciones las ciencias en general, y las matemáticas en concreto, desempeñaron un papel clave, al lograr los ingenieros españoles erigirse como los principales portadores del conocimiento científico, lo que contribuyó a que se convirtieran en élite como grupo y como profesión. En España, no se consolidó una institución homóloga a la *École*

²⁹ Bruno Belhoste y Konstantinos Chatzis, "From Technical Corps to Technocratic Power...", 209-225. Terry Shinn, "From Corps to Profession: The Emergence...", 183-208.

Polytechnique, a pesar de los numerosos intentos a lo largo del siglo XIX, y los ingenieros se formaron en las escuelas según su especialidad, un sistema que definía con bastante claridad su campo de acción y limitaba la competencia entre los graduados de las distintas instituciones. Había diferencias de prestigio entre las ingenierías y entre los ingenieros, sobre todo en cuanto al mayor peso de las ingenierías que contaban con un cuerpo de funcionarios. El cuerpo y la Escuela de caminos, que gozaba del mayor prestigio, se convirtieron en un modelo a imitar para las ingenierías que estaban ligadas al servicio del Estado y aspiraban a organizarse en cuerpos (ingenieros de montes, ingenieros agrónomos). Sin embargo, incluso los ingenieros industriales orientados hacia el sector privado y críticos con el perfil de ingeniero-funcionario adoptaron un perfil “científico”, conforme con las tendencias mayoritarias de construcción de legitimidad en la ingeniería española. Por otra parte, la inexistencia de una institución compartida de formación de tipo *École Polytechnique*, obstaculizó el desarrollo de un lenguaje científico-tecnológico común y fomentó un corporativismo particular de cada grupo de ingenieros.

En el Imperio Otomano se observan fases distintas. Ya nos hemos referido al modelo plural que dominó a lo largo del siglo XIX y al hecho de que los centros de formación garantizados por el Estado no se establecieron como vía exclusiva para lograr legitimidad profesional. Los conflictos corporativo-profesionales alrededor de la definición de los campos de acción, tan habituales en la España decimonónica, fueron poco frecuentes en el Imperio Otomano en la segunda mitad del XIX. En su lugar se producían enfrentamientos de otro tipo que, en mi opinión, contribuyeron a minimizar los conflictos por delimitar los campos de acción que pudieran producirse entre las comunidades imaginadas de expertos de nuevo cuño. En primer lugar se trataba de los enfrentamientos a nivel institucional, entre las instituciones arraigadas y las de nueva creación, por la legitimidad y por los escasos recursos. Más adelante se produjeron conflictos discursivos sobre la ciencia “occidental” a nivel general. La falta de consenso entre las élites alrededor del paradigma científico parece haber contribuido a reforzar la identidad común de los *hombres ilustrados* otomanos, poseedores de conocimientos científicos modernos. También se producían tensiones en cuanto a la intervención de criterios nacionales y etno-religiosos en las prácticas de reclutamiento de los ingenieros en la Administración y en las entidades semi-públicas y privadas. En este sentido observamos la configuración de una conciencia del ingeniero otomano definida en oposición a los ingenieros extranjeros. La posición de los ingenieros no musulmanes

varió. Durante mucho tiempo ésta fue relativamente ventajosa: podían integrarse con relativa facilidad tanto en la Administración (salvo los ejércitos de tierra) en un Imperio basado en la hegemonía musulmana, como en el sector privado dominado por las empresas extranjeras que tendían a favorecer a sus correligionarios. No es sorprendente que encontremos ingenieros no musulmanes representados tanto en la *Asociación de los Ingenieros y Arquitectos Otomanos*, siendo la ciudadanía otomana la condición de la admisión, como también en la cosmopolita *Asociación de Ingenieros en el Imperio Otomano*, dominada por los extranjeros. Sin embargo, lo que pudo constituir una ventaja durante la mayor parte del tiempo, se volvió altamente problemático en circunstancias de crisis, culminando en una ruptura trágica durante y después de la Gran Guerra.

Hemos podido observar que la configuración de la ingeniería en ambos países comparte una serie de características comunes: la agencia del Estado, la consolidación de la conexión entre la ingeniería y la ciencia dentro de las estructuras militares y la definición de la ingeniería civil en oposición a la ingeniería militar (frente a la dualidad ingenieros del Estado versus ingenieros-profesionales liberales). Entre las diferencias más importantes considero el hecho de que en España la educación formal se estableció como fuente de legitimidad profesional durante el segundo tercio del siglo XIX, mientras en el Imperio Otomano existió durante gran parte de la época un modelo plural de obtención de reconocimiento como ingeniero. Asimismo destaca la inexistencia en el Imperio Otomano de centros de formación de ingenieros destinados a trabajar primordialmente en el sector privado.

Conclusiones

La puesta en paralelo ha resultado ser un ejercicio complejo. Las diferencias entre los dos países comparados son profundas, con todos los problemas metodológicos que esto supone, y además, han sido amplificadas por la disparidad de las fuentes disponibles. Queda asimismo mucha investigación por hacer para iluminar ciertos aspectos de la ingeniería española, pero aún más de la otomana. En cuanto a lo que este trabajo haya podido aportar a la historia de la ingeniería de cada país, he ofrecido las conclusiones parciales en los capítulos temáticos. En este punto quisiera hacer algunas observaciones sobre los resultados del ejercicio comparativo. Se trata de pensar en las posibilidades y en los límites de la comparación a la vez que se plantea una serie de generalizaciones sobre la configuración de la ingeniería moderna, utilizando los resultados del análisis llevado a cabo en este trabajo, como también los datos sobre otros países. La configuración de la ingeniería moderna emerge del análisis como un proceso que sólo se entiende en interacción con otras dinámicas.

Las conclusiones se dividen en cuatro partes organizadas por temas. Sin embargo, la organización en secciones contiene a su vez elementos cronológicos, para evitar repeticiones y también para postular la importancia cambiante de unos u otros elementos a lo largo de la época estudiada. Así, por ejemplo, la primera sección - dedicada a la relación de los ingenieros con el poder político- presta mayor atención a la segunda mitad del siglo XVIII y a la primera mitad del XIX, cuando los ingenieros al servicio del monarca eran la mayoría abrumadora de los profesionales. De igual forma, las cuestiones relacionadas con la ingeniería como profesión liberal, aunque sea en referencia al papel del Estado como árbitro y como último garante de legitimidad profesional, no aparecen en la primera sección, sino sobre todo en la tercera parte, centrada en la época después de 1830.

La ingeniería y el poder político

Desde la Edad Media, la pauta más típica de relación entre los ingenieros y las autoridades consistía en el empleo del ingeniero por parte de las autoridades en un proyecto concreto, fuera o no de carácter bélico. La procedencia del ingeniero era poco relevante, al prevalecer la lógica de la disponibilidad y de la capacidad. La transmisión del conocimiento se producía ante todo a través del sistema maestro-aprendiz, lo que implicaba la concentración de ingenieros y arquitectos en ciertas familias, y, desde una perspectiva más amplia, también en algunas regiones (los estados italianos) o grupos

etno-religiosos (los armenios otomanos). Desde finales del siglo XVII, no obstante, la institucionalización creciente del gobierno central supuso para los ingenieros una posición más estable dentro de las estructuras militares en algunas monarquías, incluida Francia, España o Rusia. Además, los cambios en la técnica de la fortificación y en la artillería guardaban una estrecha relación con la importancia otorgada a la ingeniería militar. Disponer de ingenieros eficientes se había convertido en una de las prioridades estratégicas, tanto para los países continentales rodeados por vecinos de fuerza equiparable, como para los imperios extensos. Los métodos tradicionales de transmisión de conocimiento parecían insuficientes para satisfacer la demanda de expertos tecno-militares, y además quedaban fuera del control de las autoridades. Así, durante el siglo XVIII aparecieron por toda Europa, incluido el Imperio Otomano, nuevas instituciones (academias, escuelas, cuerpos de ingenieros) fundadas por el soberano con el fin de asegurar la disponibilidad de hombres cualificados.

Los investigadores han concluido que aquella época se caracterizó por la militarización de la ingeniería, aunque ésta se produjo en grados distintos. Mientras en algunos países las instituciones civiles de ingeniería se desarrollaron en paralelo con las de la ingeniería militar, en otros, como España, Portugal, o como el Imperio Otomano, las autoridades se limitaron durante un periodo más o menos prolongado a crear e incentivar las instituciones en el ámbito militar, y a emplear a los hombres relacionados con ellas también en tareas que no tenían carácter bélico. El pronunciado grado de militarización se debía a una serie de factores, algunos compartidos, otros específicos de un país concreto. En mi opinión, destacan entre ellos dos elementos principales. En primer lugar, contribuyeron a la militarización los objetivos utilitaristas de las autoridades que promovieron las nuevas instituciones. Las autoridades se preocuparon por la aplicación inmediata, con el fin de afianzar el control sobre el territorio y de defenderlo frente a una amenaza que estaba muy presente. A mayor conciencia de amenaza (interna y/o externa) para la integridad territorial, mayor concentración de recursos en el campo militar (en el caso otomano, la relación de las políticas tecnocientíficas con los conflictos bélicos concretos resulta particularmente obvia).

Esta explicación puede parecer determinista, pero hay que tener en cuenta que nos referimos a la conciencia de amenaza, es decir, que hablamos no de amenazas percibidas por el observador, según criterios objetivos, sino de realidades mediadas por matrices discursivas de los observados. En este sentido es sumamente relevante, por ejemplo, la existencia y el alcance del discurso de fomento que identificaba la fuerza

económica como una de las bases del poder militar. Cuando el concepto de fomento, u otros análogos insertos en los discursos que asociamos al mercantilismo en sus distintas variantes, informa las acciones de las élites políticas, los factores y mecanismos considerados clave para llevarlo a cabo pasan al primer plano. Entre ellos, las consideraciones acerca de si debían hacerse cargo de las tareas los empleados del Monarca directamente o no, si resultaba preciso ampliar el campo de acción de los individuos particulares, si debía subvencionarse o apoyarse con privilegios materiales o simbólicos sus iniciativas, y otros. En conjunto, existe toda una serie de variables que entraron en juego para conformar un panorama concreto y que orientaron la acción hacia objetivos de uno u otro tipo. Tanto en España como en el Imperio Otomano las élites gobernantes articularon en el siglo XVIII un discurso sobre la necesidad de reforma. Las críticas al *status quo* acompañadas por el imperativo de restaurar el imperio a su antigua gloria, que caracterizaron el esfuerzo de reforma tanto en España como en el Imperio Otomano, no constituían ninguna novedad, sino que enlazaron con una tradición trazable como mínimo al siglo XVII. Sin embargo, se produjo una alteración notable en el discurso de esta reforma que consistía en establecer una comparación más sistemática con otras partes del mundo, sobre todo con “Europa” o con países concretos del continente. Esta mirada se plasmó en la articulación de la necesidad de aprender de los que poseían conocimientos identificados como más avanzados en ciertas áreas concretas. Tal identificación de países y territorios concretos con tecnología y ciencia militar avanzada tuvo un importante impacto en las pautas de empleo de los extranjeros. Personas que provenían de cierto países o que habían estudiado allí empezaron a ser desde entonces percibidas como poseedores de un conocimiento superior, lo que les situaba, casi automáticamente, en una posición de ventaja. Aunque fueran las autoridades locales quienes desempeñaron un papel clave en la definición de los campos de acción gubernamental, los elementos transnacionales que circularon por el espacio euro-atlántico (el discurso de la ciencia, el discurso de fomento, los expertos los inventos tecno-militares y las máquinas y procedimientos de uso distinto) ostentaban una importancia creciente. En España, el discurso del fomento definió objetivos más allá de lo militar, mientras que en el Imperio Otomano las reformas permanecieron enfocadas ante todo hacia los objetivos militares durante la mayor parte del siglo XVIII.

En segundo lugar, la militarización de la ingeniería parece tener relación con la voluntad y capacidad por parte de grupos poderosos de cuestionar la legitimidad

de la acción reformista. La introducción de cambios institucionales a través de lo militar tenía ventajas importantes. Crear y mantener las nuevas instituciones bajo el control militar, alegando razones militares de carácter nada novedoso (la conquista, la defensa de los dominios, la supresión de los movimientos disidentes), hacía la apertura de nuevos campos de intervención menos explícita, lo que pudo limitar la resistencia a dichos cambios. Los reformadores podían aprovechar parte de las estructuras ya existentes que disfrutaban de amplia legitimidad. En un contexto más amplio, las justificaciones referentes al esfuerzo bélico gozaban de gran reconocimiento entre los que integraron las redes de poder a lo largo de los dominios. En general, combinar lo novedoso con lo antiguo parece ser una pauta característica de la transición mediante la reforma institucional.

La resistencia a las nuevas instituciones se debía a su percepción como superfluas, reforzada por su potencial colisión con instituciones existentes. Estos elementos de resistencia a las nuevas instituciones de ingeniería fueron, en mi opinión, dominantes en el Imperio Otomano e importantes en España hasta el segundo tercio del siglo XIX. Además, los ingenieros y sus conocimientos a menudo se veían como una amenaza ideológica, no solamente por parte de los grupos directamente opuestos a unos y otros, sino también por parte de las mismas autoridades que los promovieron. En este sentido, el afán por parte de las autoridades de vigilar y regular la ciencia (en sus aspectos de importación, apropiación, producción y acción transformadora) militarizándola, que moldeó a la ingeniería española hasta los 1830, confirma la tesis sobre la militarización de la ciencia en España formulada por Lafuente y Peset. En mi opinión, en el Imperio Otomano este último factor adquirió mayor importancia a mediados del siglo XIX cuando la “ciencia” europea llegó a ser percibida como un reto, como una alternativa radical al *status quo*, fuera para bien o para mal. El afán de control tenía además otros motivos específicamente otomanos: la militarización permitía a las autoridades regular el acceso de los no musulmanes a las escuelas promovidas desde el Estado y garantizar así la hegemonía de los musulmanes en la Administración en las nuevas circunstancias.

La ingeniería civil se institucionalizó en España y en el Imperio Otomano dentro del aparato administrativo. El discurso de fomento se plasmó en instituciones de intervención y transformación que tardaron en adquirir estabilidad. Su finalidad era no solamente el control territorial y social, sino también el cambio técnico orientado hacia el progreso (en términos de *fomento*, o *muasırlaşma*, es decir, puesta al día, o

modernización). La administración moderna iba a regirse por principios *científicos* o *racionales*, que en la práctica solían entenderse como centralización y homogeneización, aunque obviamente coexistían visiones alternativas. La minería (sobre todo en España) y las vías de comunicación fueron los principales campos de acción de los ingenieros civiles dentro del aparato del Estado. En la segunda mitad del siglo XIX surgieron en ambos países también las figuras de los técnicos forestal y agrónomo, construidas asimismo sobre una base tecnocientífica, aunque en el caso otomano estas figuras tardarán en consolidarse *como ingenieros* hasta el siglo XX. Tanto en España como en el Imperio Otomano, los ingenieros como agentes de estas políticas compartían con otros funcionarios las nociones de su trabajo como deber y como servicio. Sin embargo, el significado de estos términos no es inmediato ni invariable: ¿deber hacia quién/qué?, ¿servicio a quién/qué? Una noción personal del servicio y de la lealtad hacia la figura del soberano/la dinastía fue acompañada o directamente remplazada por otra impersonal, vinculada al territorio y a sus habitantes. En España, la articulación y difusión del discurso patriótico se plasmó en la reivindicación de la exclusividad nacional del empleo público. Los cuerpos de ingenieros del Estado, integrados exclusivamente por españoles, lograron establecer un monopolio sobre el empleo público no solamente en la ingeniería militar, sino también en la administración de las minas y las obras públicas en los 1840. En el Imperio Otomano, el principio de la exclusividad nacional no se estableció en ningún momento, aunque sí hubo mecanismos que limitaron -de manera y con intensidad cambiante- el acceso de los no musulmanes, otomanos o extranjeros, a ciertas instituciones. En mi opinión, el monopolio nacional debe interpretarse prestando la máxima atención a la noción misma de *administración pública*. Ésta representaba un aparato de intervención y transformación que derivaba su legitimidad de la referencia al *bien común*, un concepto que se entendía en relación a una unidad definida a la vez como un territorio y como un conjunto de personas. Según mi hipótesis, que debe ser validada a través de una comparación más amplia, cuando los mecanismos de legitimación del poder empezaron a organizarse alrededor de las nociones de *patria* y/o nación, llegó a ser difícil imaginar que un extranjero pudiera servir a una patria ajena, pese a que en la tradición política hasta entonces vigente, nunca se había puesto en duda que los forasteros podían ser leales servidores personales de cualquier autoridad. En consecuencia, las posibilidades de empleo de los extranjeros se restringieron. El trabajo de un extranjero en instituciones militares y civiles se entendía como una solución

temporal e indeseable a la falta de expertos locales. Mientras que en este sentido el caso de la Administración española es relativamente simple y claro a partir de los 1840, las instituciones del gobierno y de la administración otomanas constituyen un escenario mucho más complejo, aun cuando nos limitamos al poder central, dejando de lado las instituciones en las unidades territoriales que gozaron de autonomía. Sería sumamente interesante examinar cómo las distintas articulaciones de comunidades imaginadas que coexistieron y compitieron a partir del período de Tanzímát influyeron en las prácticas administrativas y en la definición de lo *público*. Sabemos que la noción del servicio al soberano basado en la lealtad personal seguía siendo una pauta clave en el Imperio Otomano hasta principios del siglo XX, pero a su vez hemos observado la introducción de nociones más abstractas del Estado, las referencias al interés del Imperio, y conceptos como la patria o la nación en el imaginario de las élites otomanas.¹ Si, por ejemplo, el imperio llegó a ser entendido como patrimonio de los musulmanes, ¿cómo influía esta visión en el empleo del no musulmán? Si unas élites concretas se identificaron con una comunidad imaginada definida por criterios etno-religiosos (o nacionales) y consideraron a ésta como primer receptor de su adhesión y de lealtad, ¿cómo influyeron tales circunstancias en su voluntad y capacidad de servir en las instituciones de gobierno otomanas en distintos momentos históricos? En lo que concierne específicamente a la ingeniería, en este punto sólo puedo adelantar algunas observaciones preliminares. La ingeniería militar constituyó a lo largo de la época el dominio de los musulmanes. Parece que los ejércitos de tierra se habían constituido como espacio musulmán siglos antes de la época estudiada. En el largo siglo XIX, los expertos no musulmanes, extranjeros o súbditos el sultán, trabajaron en las instituciones educativas, pero su implicación en los ejércitos era restringida (aunque no inexistente) y se desarrollaba en circunstancias muy específicas, sobre todo en misiones de expertos extranjeros en un marco de colaboración internacional. La situación en la ingeniería naval era distinta, también en conformidad con las pautas establecidas desde siglos atrás, siguiendo las cuales había ingenieros navales no musulmanes y los expertos extranjeros se integraban en las filas de la armada con cierta facilidad. En la Administración civil, los otomanos musulmanes y no musulmanes tuvieron una amplia presencia, y los extranjeros estaban plenamente integrados en las estructuras

1 No solamente se trataba de las élites gobernantes, sino también de las élites subalternas que proliferaron desde la segunda mitad del siglo XIX, empleados públicos o profesionales libres. Sobre la redefinición de la estratificación social en el Imperio Otomano, véase Fatma Müge Göçek, *Rise of Bourgeoisie, Demise of Empire...*

administrativas y en las cadenas de mando. Esta pluralidad coexistió con los intentos de islamización de la administración de obras públicas, sin que se pueda determinar si estas prácticas islamizantes tuvieron como objetivo a largo plazo una islamización total o solamente el cambio de la proporción de musulmanes y de no musulmanes (aunque algunos indicios me inclinan a pensar lo segundo).² Por otro lado, parte de las élites de algunas comunidades etno-religiosas llegaron a cuestionar la legitimidad del gobierno otomano, optando por la ruptura. Nada más considerar estas observaciones, podemos darnos cuenta de lo extremadamente difícil que resultaba la definición de los pilares de la legitimidad sobre los que construir una administración *pública* propiamente dicha.

La construcción del Estado resultó menos complicada en España debido a la pérdida repentina de la mayor parte del imperio en las Américas, lo que supuso la orientación de las políticas y de los recursos hacia el control y la explotación intensiva de un territorio relativamente pequeño y compacto. Sin embargo, fue la victoria del movimiento constitucional lo que consagró los conceptos de la *patria* y de la *nación* como principios básicos de la legitimidad del poder, y que supuso la consagración definitiva de las instituciones *públicas* de carácter *civil* en España. En este sentido, el trabajo comparativo que he llevado a cabo me ha ayudado a articular varias preguntas que solamente pueden ser respondidas de manera satisfactoria en un marco comparativo mucho más amplio. Los resultados del análisis de ambos casos apoyan la hipótesis de Anousheh Karvar, que postula la relación entre la consolidación de las nuevas instituciones de ingeniería y la voluntad de llevar a cabo un amplio proyecto de transformación que incluya reformas políticas y jurídicas.³ Tanto en España como en el Imperio Otomano, las nuevas instituciones fueron creadas en el ámbito militar, y, sin embargo, su consolidación fue acompañada por un proyecto de reformas que sobrepasaba este ámbito, conforme con la hipótesis de Karvar. Otra cuestión se plantea en el caso de las instituciones específicamente civiles. En España y en el Imperio Otomano la consolidación definitiva de las instituciones *plenamente* civiles de ingeniería tuvo lugar al tiempo que la del régimen constitucional (en España en los años 1830, en el Imperio Otomano a partir de 1908). Sin embargo, sería precipitado considerar esta pauta como válida a nivel general, sobre todo contando con ejemplos de instituciones de ingeniería plenamente civiles en países en los que el poder del soberano

² La administración nunca dejó de reclutar a los no musulmanes, y el Ministerio de Fomento fue encabezado por un ministro no musulmán en varias ocasiones. En cuanto la escuela adquirió estatus civil, los no musulmanes fueron admitidos al examen, aunque sólo unos pocos fueron admitidos.

³ Anousheh Karvar, "Modernisation étatique et formation des ingénieurs militaires..."

no estaba limitado por una constitución. ¿Hasta qué punto y en qué circunstancias la consolidación de las instituciones civiles de ingeniería guarda relación con la instauración del régimen constitucional? ¿Se trata de una pauta que se da en casos en los que las instituciones civiles de ingeniería se crean *ex nihilo* dentro de la Administración, frente a los países en los que la formación de ingenieros tiene lugar en las universidades, instituciones tradicionales que gozaban de amplia legitimidad? ¿O, más que la constitución en sí, fue la interacción del discurso de la patria y el proyecto de fomento/modernización lo que creó un ambiente propicio para la consolidación de dispositivos públicos de transformación social y económica que sobrepasaba el ámbito de lo bélico? El hecho de que las élites se identificaran con la razón del Estado más allá de la lealtad a la dinastía, pudo contribuir a que el soberano se viese obligado sustentar su poder sobre nuevos pilares de legitimidad. Sólo una investigación que examine múltiples ejemplos puede dar respuestas a estas preguntas.

2. La cuestión de la dependencia:

La circulación transnacional de conocimientos y de personas portadoras de los mismos no constituye una novedad de nuestro periodo de estudio, ya que tanto la Monarquía Hispánica como el Imperio Otomano se hallaban insertos en los circuitos mundiales desde sus orígenes. Sin embargo, a partir de la segunda mitad del siglo XVIII podemos identificar tanto en uno como en otro espacio político nuevas pautas de esta circulación en lo que concierne el campo de la ingeniería. El origen de estas nuevas pautas estuvo en el desarrollo de una serie de prácticas orientadas a la importación sistemática de innovaciones en campos considerados como estratégicos, campos cuya definición varió notablemente a lo largo de los siglos XVIII, XIX y XX. El papel activo de las autoridades del gobierno central, como también de los gobiernos locales que gozaron de cierta autonomía, fuera en el marco de régimen absolutista, constitucional o republicano, nos permite calificar algunas de estas prácticas de *políticas* de importación y apropiación tecnocientífica, tal como lo han hecho Irina Gouzévitch, Leoncio López-Ocón, Antonio Rumeu de Armas y otros. Los hombres de ciencia, al desplegar una serie de iniciativas, dieron forma concreta a estas políticas. Promovidas por las autoridades, se observan cuatro grandes líneas que no necesariamente concurrieron ni se desarrollaron con la misma intensidad al mismo tiempo:

1) La invitación de expertos extranjeros que destacaban por sus conocimientos y habilidades en cierto ámbito. Estos hombres eran por lo general invitados para un

período limitado de tiempo no solamente para desempeñar tareas concretas, sino también para transferir sus conocimientos a los servidores públicos locales, con la finalidad de que pudieran sustituirles en el futuro. Tal intención constituía una novedad, aunque, al menos en lo que respecta al Imperio Otomano -sobre el que nuestros conocimientos son más exigüos-, no me atrevo afirmar si el último objetivo de estas políticas era cortoplacista -contar con técnicos a un coste aceptable- o si -antes del último tercio del siglo XIX- además se pensaba en el logro de la autosuficiencia, poder prescindir de los extranjeros gracias a la existencia de un grupo local de expertos.

2) El envío de hombres locales, vinculados de forma diversa con la administración, al extranjero para conocer e importar las innovaciones en los campos identificados como estratégicos por las autoridades. Se podría tratar tanto de observar la tecnología utilizada en áreas como la minería o la producción de armas, como de estudiar en un centro de enseñanza. Además de convertirse en una política promovida y financiada por las autoridades, los estudios en el extranjero representaban a su vez una práctica llevada a cabo por las familias o por los particulares, que buscaban el ascenso social o la diversificación de su patrimonio colectivo, sin olvidar otras motivaciones individuales como la búsqueda del conocimiento, la curiosidad y la aventura.

3) La fundación de nuevas instituciones de (re)producción tecno-científica o la reorganización de las existentes. Estas instituciones combinaron elementos autóctonos con principios inspirados en modelos foráneos.

4) La traducción y adaptación de libros extranjeros y los incentivos a la producción de obras originales de carácter tecno-militar o científico. Tanto en España como en el Imperio Otomano la iniciativa de las autoridades estuvo acompañada por la iniciativa de los particulares pues, en relación con el poder político, la producción tecnocientífica constituía un vehículo de promoción, a la vez que suponía una forma de ganar reconocimiento dentro de las comunidades intelectuales.

Estas prácticas deben ser interpretadas en un contexto amplio: a nivel macro, el imperativo de la disponibilidad de los expertos se combinaba con un nuevo elemento, el de la evaluación de la potencia tecno-militar y/o tecno-científica propia en comparación con la de otros países. Este elemento de comparación sistemática es altamente significativo, ya que la tecnociencia fue en ambos países identificada como clave para la fuerza militar y -mucho antes en España que en el Imperio Otomano- como causa eficiente de la riqueza colectiva y, por lo tanto, del soberano. Las políticas cuyo objetivo era la introducción sistemática de nuevas técnicas y conocimientos para

su utilización inmediata en tareas concretas – civiles y militares-, destinadas a reforzar el control sobre el territorio y/o el potencial económico del país, se entienden en ocasiones como características de los países en los que ciertos círculos vinculados con el gobierno hubieran interiorizado la conciencia de atraso. En muchos países, incluidos España y el Imperio Otomano, la formulación de las políticas de apropiación técnica y científica adquiría en la práctica la forma de una búsqueda sistemática de conocimientos en países considerados como más fuertes en este aspecto. Sin embargo, la importación y apropiación de técnicas y de conocimientos científicos fue practicada ampliamente también en los países hegemónicos, que se convirtieron en modelo a imitar. Por lo tanto, la importación de los nuevos saberes y la creación de estructuras científicas de carácter utilitario no constituyen un factor de diferenciación, ya que ambas eran practicadas con relativa generalidad.⁴ Creo que la principal diferencia entre los países consiste precisamente en el *grado* y en la *amplitud* de la conciencia de atraso y de identificación de determinados países (o partes del mundo) como superiores o más avanzados en un campo, definido en términos más o menos amplios (desde una disciplina concreta, hasta áreas tan amplias y decisivas para la autopercepción como la guerra, la ciencia, la industria, etc.). Esta conciencia se plasmó en la importación sistemática de conocimientos (modelos de organización, máquinas, personas, libros etc.) desde los países o partes del mundo identificados como modelos a seguir. En vez de dos grupos de países aparece delante de nosotros una escala: en todos los países se lleva a cabo la comparación, identificándose los puntos débiles y buscándose remedios que incluyen la importación de las prácticas identificadas como más avanzadas. Por ejemplo, en Francia pudo desarrollarse a mediados del siglo XIX una conciencia de atraso frente a la industria británica que estimuló, entre otras cosas, la creación de nuevas instituciones de ingeniería que buscaban una vinculación más estrecha con la industria. Los británicos, por otra parte, importaron a finales del siglo XIX y a principios del XX conocimientos científicos desde Centroeuropa dentro del *academic drift*, un proceso de cientifización de la formación de los ingenieros. Tampoco deben escapárseles las transferencias que se llevaron a cabo entre países o zonas consideradas generalmente como periféricas. Así, las autoridades otomanas observaron de cerca las políticas tecnocientíficas llevadas a cabo en Egipto, mientras las instituciones otomanas/turcas representaron un ejemplo a

4 Algunos investigadores mantienen que la diferencia consiste en el florecimiento paralelo de mecanismos e instituciones de producción científica moderna, menos sometidos a las exigencias de la utilidad inmediata en los países hegemónicos.

imitar para los países musulmanes. En ocasiones, los ejemplos de apropiación con éxito pueden convertirse en foco de atención más potentes que los modelos originales. Además se observan prácticas de comparación e imitación que implican un juego significativo entre datos “objetivos” y una imagen negativa para estimular la circulación de conocimientos. De esta forma, cuando el Decreto fundacional de la JAE llamó la atención a principios del siglo XX respecto a que en las instituciones alemanas había más estudiantes de Turquía que españoles, no se trataba de reconocer el éxito de las políticas tecnocientíficas otomanas, sino de estimular a las autoridades españolas para que interviniesen de forma activa y, aún sin reconocerlo explícitamente, para que imitaran las prácticas de las autoridades otomanas, a través de la reafirmación de una imagen negativa del Imperio Otomano (en el sentido de “tenemos que hacer algo si incluso los turcos...”).⁵ Hay que recordar que en la orientación de la mirada y de los flujos de circulación no sólo contaron criterios que podrían considerarse como “objetivos”, sino que intervinieron de forma decisiva las imágenes y los factores geopolíticos.⁶ En general, nos encontramos con una serie de factores que fomentaron la dicotomía entre los imitados y los imitadores, entre el centro y la periferia. Pero este hecho no debe hacer invisibles unas dinámicas mucho más complejas, que matizan esta dicotomía y apuntan hacia un intercambio multilateral.

Asimismo deberíamos ser cautelosos a la hora de leer la importación de conocimientos y el empleo de los extranjeros automáticamente como signos de dependencia técnica o científica de un país, ya que también pueden ser interpretados en términos de la circulación transnacional del saber. Esta última interpretación resulta particularmente relevante para España y para el Imperio Otomano antes de la segunda mitad del siglo XVIII. Gradualmente, sin embargo, aparece la conciencia de atraso en ciertos ámbitos y la identificación de ciertos países como fuentes de innovación y como modelos a imitar. Esto se plasma en la articulación de las *políticas* de importación y apropiación, es decir, en una acción sistemática por parte del poder central y, en

⁵ Véase la *Introducción*, nota a pie n. 1.

⁶ Asimismo hay que tener en cuenta que en la transferencia influye no solo el éxito de un modelo, sino también la posibilidad real de que éste pueda ser apropiado exitosamente en un contexto particular. Así, un modelo puede ser menos eficaz en su país de origen que otro modelo, pero puede ser más apropiado para una apropiación exitosa. Sin adentrarnos aquí en uno de los grandes debates de la historia de la ciencia y la tecnología, citemos el ejemplo de la reivindicación del modelo británico de ingeniería que, sin embargo, llevó en pocos casos a la apropiación de su modelo de formación o de su modelo de organización de las obras públicas. Para los pormenores de un caso particular de la reivindicación del “modelo inglés”, André Grelon, “Du bon usage du modèle étranger : la mise en place de l’École centrale des Arts et manufactures”, *ibidem*, 17-21.

ocasiones, también por parte de poderes locales. En mi opinión, en este punto el intercambio puede ser interpretado en términos de dependencia. Cuanto más se expande la conciencia de atraso, cuantos más ámbitos incluye, siempre y cuando esta conciencia se una a la búsqueda de soluciones en la importación y en la apropiación, mayor se puede considerar la dependencia. En este sentido no adopto una definición que establezca una proporcionalidad inversa entre el nivel de desarrollo en un ámbito (en términos hasta cierto punto medibles como la capacidad de ganar batallas, de financiar y alimentar a los ejércitos, de conseguir productos considerados como necesarios o deseables etc.) y el grado de dependencia. En su lugar, considero que la dependencia se crea cuando se articulan la idea de atraso y la política de importar e imitar de forma sistemática y su grado depende de la profundidad (cambios radicales versus pequeñas modificaciones y añadiduras) y de la extensión (la cantidad y extensión de los campos que incluye). De esta forma, la dependencia puede ser mayor en el caso de un sector que busca la puesta al día que en un sector abandonado a su suerte. En España y en el Imperio Otomano, la necesidad de una apropiación sistemática fue articulada en relación a la noción de *atraso* frente a otras potencias. La noción de atraso coexistía con la del *declive*, y ambas establecían una comparación negativa con el pasado glorioso. Además circularon visiones apocalípticas del *desastre* que ponían en duda la supervivencia misma del imperio, acentuadas sobre todo a finales del siglo XIX y a principios del siglo XX -en el caso otomano- creando una sensación de urgencia y plasmándose en políticas de carácter reformista y/o revolucionario. En la interpretación de estos discursos hay que tener en cuenta un factor importante: la multiplicidad de las identidades y de las comunidades imaginadas de referencia. Para evaluar el significado de estas nociones y para interpretar la conciencia de la dependencia, resulta significativo cómo se percibían los sujetos y cómo eran reconocidos. Así, ciertos sujetos podían actuar motivados por la percepción de declive de lo que consideraban su comunidad de pertenencia (por ejemplo, la nación española), y a la vez sentirse partícipes del discurso hegemónico (por ejemplo como europeos, como occidentales, o como hombres civilizados). Obviamente, no bastaba la identificación con una comunidad imaginada, sino que contaba también la capacidad de ser reconocido como miembro por sus integrantes. En este sentido, el discurso de la civilización resultaba particularmente llamativo para las élites otomanas musulmanas al ser el más inclusivo, aun aceptando que la civilización fuera definida total o parcialmente en términos de occidentalización.

En cuanto a los agentes de la transferencia, hay diferencias fundamentales

entre España y el Imperio Otomano hasta la segunda mitad del siglo XIX. Los españoles estaban integrados en las redes de circulación de conocimiento europeas a lo largo de la época, fuera a través del *grand tour* privado, la correspondencia con los *savants* de otros países del continente o los estudios en una institución extranjera. Mientras, los cristianos otomanos empezaron a integrarse en estas redes en la primera mitad del siglo XIX, y los musulmanes otomanos en cuanto particulares no orientaron su mirada hacia Europa hasta después de la Guerra de Crimea. Esta discrepancia entre la mirada de los gobernantes y las redes intelectuales en las que estaban integrados los musulmanes otomanos fomentó, efectivamente, la hegemonía de los extranjeros como agentes de transmisión de conocimientos. Aun acudiendo a expertos extranjeros en numerosas ocasiones, sobre todo antes de 1840, los gobernantes españoles podían contar para sus políticas técnicas y científicas con hombres locales, ya que las élites españolas estaban integradas en las europeas, la circulación transnacional era más fácil y las barreras culturales menores. Si nos centramos en las políticas gubernamentales de carácter técnico y científico, podemos concluir que a partir de 1840, el papel de los extranjeros pasó a ser marginal. En el Imperio Otomano, por el contrario, las élites musulmanas se integraron en las redes con focos en zonas identificadas como fuentes de conocimientos (sobre todo Europa) a partir de la segunda mitad del siglo XIX. Simultáneamente las diferencias culturales se redujeron debido a los cambios en la educación de los hombres (y de las mujeres) de élite, y la movilidad aumentó no solamente debido a las políticas de las autoridades, sino también a la iniciativa de los particulares. Estos cambios fomentaron un protagonismo mayor de los otomanos en la transferencia del conocimiento, pero los extranjeros siguieron desempeñando un papel clave hasta el final de la época analizada.

Durante la segunda mitad del siglo XVIII y en la primera mitad del siglo XIX se fue articulando la diferenciación entre los sectores público y privado, una separación de esferas que fue anterior en España que en el Imperio Otomano. Previamente, más que una dicotomía público vs. privado, existían relaciones difusas entre las autoridades centrales y locales, entre los burócratas y los particulares, y entre el poder político y la actividad económica, encauzados por caminos que se escapan a esta dicotomía.⁷ Cuando se extendió el concepto liberal de la propiedad y se consolidó

⁷ Bartolomé Clavero, *Antidora, Antropología católica de la economía moderna*, Giuffrè, Milán, 1991; Antonio Manuel Hespanha, *La gracia del derecho: economía de la cultura en la Edad Moderna*, Centro de estudios constitucionales, Madrid, 1993.

el capitalismo, el sector privado apareció diferenciado de las instituciones públicas, aun teniendo en cuenta que en la práctica siempre coexistieran y sigan coexistiendo formas híbridas a nivel institucional y personal. En este escenario se abrieron nuevas posibilidades para los ingenieros, a la vez que aparecieron nuevas pautas de dependencia. El número de ingenieros extranjeros que trabajaron en el sector privado o en los proyectos híbridos (entro lo público y lo privado) creció tanto en España como en el Imperio Otomano. El afán por introducir las nuevas tecnologías (sobre todo el ferrocarril, los barcos de vapor y algunas máquinas) con urgencia, junto con la presencia de los capitalistas extranjeros en estos ámbitos (sobre todo en el ferrocarril, el transporte por mar y la minería), llevaron a que se importaran técnicos junto con la tecnología, mientras la formación de los técnicos propios se barajaba como opción deseable, que, en la práctica, tardó en plasmarse en la realidad. Este hecho, junto con la penetración masiva de las empresas extranjeras en ambos países aproximó las dinámicas de dependencia simbólica y personal en España y en el Imperio Otomano. Sin embargo, hubo dos grandes diferencias: 1) a diferencia de los ingenieros otomanos, los ingenieros españoles gozaron de un monopolio en la Administración central (es decir, sólo los ingenieros españoles podían ser empleados en las tareas administrativas y técnicas correspondientes a la Administración central); 2) a pesar de la debilidad del tejido industrial en España, sí existía un sector financiero y una industria local lo suficientemente fuerte como para llevar a cabo algunos de los grandes proyectos de infraestructuras y para permitirse contar con los servicios de los ingenieros necesarios. Las consecuencias de ambos rasgos diferenciales fueron notables. A pesar de la marcada tendencia -mostrada tanto por las empresas locales como por las extranjeras- a considerar que los técnicos de los países “avanzados” tenían mayor capacitación profesional que los locales, los ingenieros españoles se beneficiaron en gran medida del poder que habían alcanzado en la Administración, así como del mayor control de ésta sobre la actividad económica. Muy pronto los particulares y las compañías se dieron cuenta de lo provechoso que podía resultar el hecho de contar, entre sus empleados o entre sus socios, con un ingeniero bien conectado. En el Imperio Otomano, la utilidad de emplear a los técnicos locales, tanto para rebajar los costes como para sacar partido de su capacidad de mediación con las autoridades y con los trabajadores, se plasmó en políticas de contratación que diferenciaban sistemáticamente según criterios nacionales y etnorreligiosos. La segunda ventaja de los ingenieros españoles frente a sus colegas otomanos, sobre todo frente a los musulmanes, consistía en la mayor potencia de las

compañías locales. Aunque las sociedades españolas también mostraran en algunos momentos cierta preferencia por los ingenieros y técnicos extranjeros, nuestra comparación nos permite concluir que en España se produjo a partir del último tercio del siglo XIX una convergencia de intereses entre las élites económicas y técnicas. Los industriales empezaron a enviar a sus hijos a las escuelas de ingeniería industrial o de caminos, aparecieron retoños de familias terratenientes entre los ingenieros agrónomos. Es obvio que -cuando no se trataba de situar a parientes y aliados en puestos de responsabilidad en la Administración (lo que podría ser el caso de los agrónomos)- estos ingenieros tampoco tenían mucha dificultad en incorporarse al sector privado, dirigiendo fábricas familiares o participando como socios en grandes proyectos de infraestructuras. Por su parte, los ingenieros otomanos, sobre todo los musulmanes, siguieron viendo sus salidas restringidas al trabajo en la Administración.

3. Los sistemas educativos y la ingeniería

La cuestión de la dependencia está estrechamente vinculada al debate sobre el éxito de la apropiación en el campo de la ingeniería. Este debate, que presta atención también a los conflictos y a las resistencias, representa uno de los grandes temas en la historia y en la historiografía de la ciencia y de la tecnología, también en el contexto español y otomano (turco). Obviamente, mi contribución historiográfica a este debate se limitará a algunas conclusiones parciales que he obtenido centrándome en la ingeniería. En primer lugar, está la cuestión de una tradición científica propia. En este sentido se ha contrapuesto, por ejemplo, a España, que contaba con sus propias instituciones de producción científica e incluso con una máquina colonial, con Rusia, donde las nuevas instituciones fueron implantadas prácticamente *ex nihilo*, sin que hubiera instituciones que pudiesen rivalizar con ellas o ser reformadas para servir a los nuevos propósitos.⁸ Como han apuntado İhsanoğlu, Kaçar y otros, en el Imperio Otomano existía una fuerte tradición científica identificada como propia.⁹ Aunque tradicionalmente se haya supuesto que los hombres vinculados a estas instituciones tradicionales se opusieron frontalmente y desde el primer momento a la importación y apropiación, la investigación llevada a cabo recientemente indica que esta afirmación debe ser, como mínimo, matizada. En el campo de la ingeniería, los hombres educados en las madrasas

⁸ Irina Gouzévitch, “Un siècle de politiques technico-scientifiques...”, 99-117.

⁹ Ekmeleddin İhsanoğlu, “Ottoman Science: The Last Episode in Islamic Scientific Tradition ...” y Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim...*

e incluso los *savants* que hicieron carrera en ellas, se implicaron en las nuevas instituciones y contribuyeron de forma significativa a la apropiación tecnocientífica en el siglo XVIII y a principios del siglo XIX. Se observa una diferencia importante a nivel institucional entre los dos países comparados: en España, las instituciones como la Iglesia o las universidades siguieron las innovaciones científicas con recelo, e incluso con suspicacia, durante el siglo XVIII y principios del XIX. Las autoridades eclesiásticas intentaron seleccionar lo deseable y rechazar lo subversivo, una operación que necesariamente implicaba acercarse a los contenidos. En el Imperio Otomano, por el contrario, las autoridades religiosas y las instituciones tradicionales de transmisión y producción de conocimientos como las madrasas demostraron en la misma época más bien un gran desconocimiento de las tendencias recientes en Europa y una relativa indiferencia hacia los intentos de introducir estos conocimientos (salvo en casos individuales, como acabamos de apuntar), algo que podía limitar la resistencia activa, pero también a la capacidad de apropiación selectiva.¹⁰

Otra diferencia consiste en la ya mencionada integración en las redes intelectuales euro-atlánticas. Mientras los españoles estaban integrados en las redes que les conectaban con los focos de la innovación tecnocientífica, los *savants* otomanos estaban integrados generalmente en las redes intelectuales extendidas por los territorios islámicos, prácticamente desconectados de las redes europeas, algo que empezó a cambiar en el siglo XIX. A mediados de esta centuria se empezó a articular en el Imperio Otomano una gran ruptura discursiva e institucional entre lo que llegó a ser percibido a partir de entonces como ciencia moderna vinculada a la civilización occidental, por una parte, y los saberes considerados autóctonos, por otra.

A nivel institucional se observan semejanzas y diferencias. En el periodo estudiado, la importación y apropiación de las técnicas y de los conocimientos científicos, sobre todo en lo relacionado con la ingeniería, se produjo en ambos países en gran medida a través de instituciones especiales de creación reciente, muchas de ellas de carácter militar. No obstante, a partir del segundo tercio del siglo XIX, las universidades en España se reformaron incorporando las innovaciones y conectándose de forma más intensa a los flujos de circulación de conocimientos científicos. En el Imperio Otomano, la diferencia entre la importancia de los centros educativos de nueva creación y de las madrasas no paró de aumentar a partir de mediados del siglo XIX. Las

¹⁰ Leoncio López-Ocón, *Breve historia de la ciencia española...*; Niyazi Berkes, *Türkiye'de Çağdaşlaşma...*

madrasas se volvieron prácticamente irrelevantes desde el punto de vista de la formación de las élites científicas y de la producción científica. Será tarea de las investigaciones futuras examinar en detalle las implicaciones de estos cambios en el sistema educativo.

Además de prestar atención a la enseñanza superior y profesional, considero clave reiterar la importancia de las grandes diferencias en la enseñanza previa. A partir del momento en el que las autoridades otomanas identificaron los conocimientos necesarios para superar el retraso militar como *científicos*, es decir, integrando la teoría y manteniendo el nivel superior, y en que se introdujeron fórmulas educativas inspiradas en las de las escuelas extrajeras de carácter superior, se planteó el problema de las diferencias en la educación previa. En España también se produjo la identificación entre la ingeniería y la ciencia, e incluso considero que fue más pronunciada, pero las condiciones diferían de forma radical, sobre todo antes del último tercio del siglo XIX. España no es, desde luego, un país que destacara en el siglo XIX (y en los primeros dos tercios del siglo XX) precisamente por la accesibilidad de la educación primaria y secundaria, más bien lo contrario. Sin embargo, en los siglos XVIII y XIX, las élites españolas contaron con maneras de adquirir conocimientos en matemáticas y algunas otras ciencias necesarios para afrontar un currículum en el que pronto se impusieron asignaturas como geometría descriptiva, tanto mediante clases particulares como en las instituciones de enseñanza. De este modo, las escuelas de ingeniería podían establecer métodos de selección entendidos como meritocráticos a través de exámenes selectivos, poniendo así en marcha tanto dinámicas de legitimación, como de reproducción de élites. Estos métodos meritocráticos contribuyeron a que los ingenieros españoles se sintieran con el derecho de reclamar no solamente una posición entre la élite, sino también el poder de decisión en las áreas de su especialidad, presentando su autoridad no solamente como neutral y por lo tanto apolítica, sino también como suprapolítica, es decir, por encima de las autoridades políticas.

En el Imperio Otomano, ese tipo de saberes era difícilmente accesible antes de la segunda mitad del siglo XIX. Esto creaba serias dificultades en cuanto a la implantación del modelo francés de formación de los ingenieros del Estado y limitaba el espacio de maniobra en cuanto a la selección de alumnos. Asimismo, las autoridades se vieron obligadas establecer clases preparatorias en las escuelas pensadas como superiores, para dotar a los jóvenes de una base de conocimientos necesarios. Cuando se abrieron algunas vías de adquisición de este tipo de conocimientos a mediados del siglo

XIX, el número de personas que obtuvieron este tipo de formación seguía siendo reducido. Dado que este tipo de educación estaba ligado al conocimiento de un idioma europeo y a otro tipo de saberes “importados” muy estimados por los gobernantes reformistas, las personas que los poseían, sobre todo entre los musulmanes, gozaron de gran consideración, alcanzando altos cargos en el aparato burocrático. Esto suponía su alejamiento de la ingeniería, ya que los hombres que adquirieron conocimientos en las escuelas de ingeniería y luego ampliaron sus estudios en el extranjero, fueron rápidamente promocionados a puestos destacados, alejándose de la práctica de ingeniero (técnica y administrativa). Esto quitaba visibilidad y prestigio a la Escuela de Ingeniería Militar, a diferencia de los estudios en la Academia Militar. En el caso de la última, los graduados que ampliaron sus estudios en Europa seguían siendo *oficiales*, mientras los graduados de la Escuela de Ingeniería Militar dejaban de ser percibidos como *ingenieros*. En estas circunstancias, los jóvenes de las familias de élite musulmana reformista no entraban en las escuelas de ingeniería otomanas, ya que había vías más directas de acceder a puestos prestigiosos. La situación cambió a finales del siglo XIX, cuando se multiplicó el número de escuelas secundarias promovidas por el Estado, dispersas por los dominios otomanos. Así pudieron acceder a la educación de nuevo tipo los hijos de familias con menos recursos, deseosos de conseguir el ascenso social a través de las nuevas instituciones creadas para nutrir la administración en expansión, incluida la Escuela de la Ingeniería Civil. Cada vez más familias musulmanas pudientes tomaron asimismo la iniciativa de enviar a sus hijos a estudiar al extranjero. De este modo, aumentó el número de personas con los conocimientos y el perfil cultural requerido en la Administración, lo que permitía a las autoridades emplearlos según su especialidad (en la medida en que había muchos hombres que sabían francés, ya no hacía falta emplearlos ante todo en el Ministerio de Asuntos Exteriores, sino que se les pudo dar destino según sus estudios – los ingenieros en Obras públicas, los abogados en el Ministerio de la Justicia, etc.). También se consolidó una administración civil de obras públicas. En estas circunstancias, incluso los hombres de familias de élite que habían estudiado ingeniería en el extranjero (como Mehmed Refik) se vieron motivados para trabajar como tales en la Administración al volver de Europa, contribuyendo con su trayectoria a fomentar el prestigio y el atractivo de la carrera de ingeniero.

4. Los pilares de la identidad profesional, el estatus social

La construcción de las identidades y, sobre todo, la configuración de una

comunidad imaginada de ingenieros constituyen cuestiones que recorren gran parte del análisis llevado a cabo a lo largo de la tesis. Mi acercamiento específico ha partido de la consideración de las fuentes de legitimidad socio-profesional y de los mecanismos de producción y reproducción de identidades.

El Estado, y en especial sus aparatos centrales, se perfila como el agente decisivo en la configuración de las nuevas instituciones de ingeniería en todo el continente europeo, en Rusia, en el Imperio Otomano, en las colonias españolas y, más adelante, en las jóvenes repúblicas latinoamericanas. En este sentido, Gran Bretaña constituyó más bien una excepción: no es que la figura del ingeniero del rey -un experto centrado sobre todo en las tareas tecnomilitares- estuviera ausente, sino que la precocidad del desarrollo industrial contribuyó a que esta figura no dominara ni siquiera en la época anterior a 1830. Desde el siglo XVIII, el *royal engineer* coexistió con otra figura potente, la del *civil engineer* en el sentido el término utilizado en Gran Bretaña, un ingeniero que trabajaba en el sector privado, fuera como profesional liberal o como asalariado. Esta figura sólo se erigió como profesión establecida en el resto del continente europeo durante el segundo tercio del siglo XIX. Sin embargo, no se trataría entonces de una figura idéntica al *civil engineer* británico de los años 1770-1830. Debido a que los ingenieros del Estado habían establecido en la mayoría de los países europeos la educación formal como base de la legitimidad *de experto*, los hombres empleados en el sector privado tuvieron que incorporar esta pauta para ser reconocidos como ingenieros en Francia, en España, en Italia y en otros países (aunque los extranjeros procedentes de países considerados como tecnológicamente avanzados podían a menudo contar con el beneficio de la duda).

No fue así, sin embargo, en el Imperio Otomano, ni tampoco en los Estados Unidos y muchos países de América Latina. En estos países, los ingenieros del Estado no impusieron, por distintas razones, a la profesión en general su manera de obtener legitimidad, o incluso la educación formal ni siquiera llegó a constituir una condición *sine qua non* para el empleo público. Hasta las últimas décadas del siglo XIX, la ingeniería en estos países podría definirse como un modelo plural en el que coexistían los ingenieros con educación formal (militar o civil, obtenida en el país o en el extranjero, adquirida en escuelas de distinto carácter en cuanto al peso de la teoría) y los ingenieros formados a través de la práctica.

Una de las conclusiones principales de este ejercicio comparativo consiste en la siguiente teoría: en los países donde los ingenieros del Estado lograron imponer la

educación formal como la base de la legitimidad del ingeniero incluso a los hombres empleados en el sector privado, los ingenieros en general gozaron de un estatus social más alto.¹¹ Esta relación entre la educación formal como base de legitimidad y el estatus social constituyó un incentivo para los ingenieros orientados hacia el sector privado, en el sentido de inducirlos a hacer suyo el concepto de ingeniero como persona con estudios científicos superiores, ya que se beneficiaban de ello como grupo y como individuos (éste fue, por ejemplo, el caso de los ingenieros industriales españoles).

En el caso concreto de España, la institucionalización de la ingeniería supuso la consolidación de los cuerpos de ingenieros militares y civiles. El reclutamiento de los empleados facultativos se producía a través del sistema de las escuelas especiales. Es decir, el acceso a los cuerpos militares y civiles de ingenieros quedó vinculado con la educación formal en instituciones fundadas para nutrir las administraciones específicas y operadas por el Estado, ejerciendo los ingenieros un grado de control muy alto sobre la selección de alumnos y sobre los contenidos y los métodos de la formación. También se estandarizó la promoción a través de la normativa legal (*ordenanzas, reglamentos*). Esta configuración reducía drásticamente las posibilidades de los hombres adultos de formar parte de los cuerpos y también limitaba la intervención arbitraria de los gobernantes del momento. Por contrario, garantizaba que los candidatos hubieran sido moldeados bajo control de los ingenieros de su especialidad antes de empezar a trabajar en la Administración. Esta formación tenía lugar en escuelas de ingeniería separadas y especializadas por campos profesionales; centros que, sin embargo, compartían el carácter superior y la enseñanza de matemáticas entendida como base para los conocimientos especializados. El resultado fueron no solamente unas identidades corporativas más fuertes que la identidad común de ingeniero, sino también el triunfo de la figura del ingeniero científico, definido por su formación superior, fuertemente matematizada. Es difícil determinar las dinámicas exactas entre la posición de los ingenieros en la Administración militar y civil y el discurso de la ciencia para interpretar adecuadamente el éxito de los ingenieros españoles en cuanto a alcanzar un estatus social alto, sobre todo en la época inicial de la configuración de la ciencia moderna. Sin embargo, en el largo siglo XIX, la ciencia y la posición en la Administración constituyeron dos fuentes confluyentes de estatus social y

11 Como hemos podido observar, en las fases iniciales, el prestigio de personas vinculadas con la ingeniería no necesariamente derivaba de la educación formal superior o de los contenidos científicos de esta, sino de otras características fácilmente reconocibles, por ejemplo el rango militar, el hecho de ser empleado de la administración y otros.

también de prestigio. Desde esta posición fuerte los ingenieros del Estado lograron imponer la educación formal superior como condición para ser reconocido como ingeniero, al menos en el caso de los compatriotas. Cuando se abrieron a mediados del siglo XIX las escuelas orientadas a formar técnicos para el sector privado, los hombres vinculados con ellas interiorizaron la noción de la ingeniería científica, que por aquel entonces gozaba de prestigio y prometía un estatus social relativamente alto. La educación formal de nivel superior, definida como científica, acabó estableciéndose como pilar de la legitimidad *profesional* para los ingenieros orientados hacia la industria y hacia el sector privado en general. La utilidad demostrada a través de los mecanismos del mercado y de la libre competencia, aunque muy presente en el discurso profesional de los ingenieros que trabajaron en el sector privado, no constituyó una fuente de legitimidad alternativa, sino complementaria a la educación formal de carácter científico.

En el Imperio Otomano, la figura del ingeniero al servicio del soberano se vinculó a la formación técnica y científica desde las fechas muy tempranas, como se puede concluir analizando las instituciones creadas a lo largo del siglo XVIII. Sin embargo, debido a una serie de factores, entre ellos el hecho de que las autoridades dependían en gran medida de los extranjeros o de la iniciativa de los particulares (sobre todo no musulmanes) en cuanto a la transmisión de conocimientos tecnocientíficos hasta el último tercio del siglo XIX, los ingenieros otomanos con educación formal no lograron convertirse en un grupo que dominara el campo de acción de la ingeniería en la Administración otomana. Coexistieron no solamente con expertos extranjeros de formación diversa, sino también con los técnicos tradicionales, como los arquitectos armenios formados en el sistema maestro-aprendiz, y también con otomanos musulmanes y no musulmanes que adquirieron conocimientos “importados”, trabajando con los ingenieros extranjeros o estudiando en el extranjero en escuelas de distintos niveles y características. Es decir, en la Administración central y provincial trabajaron ingenieros cuya legitimidad profesional derivaba de distintas fuentes, una de las cuales –y no necesariamente la principal- era la educación formal en escuelas de ingenieros. A su vez, los graduados en las escuelas de ingeniería buscaron distintas maneras de obtener reconocimiento, que resultasen más eficaces socialmente que el conocimiento técnico certificado por el Estado otomano. En primer lugar se apoyaron en el estatus de oficiales y de servidores del soberano (redefinido hacia la noción de *memur*, o funcionario, a mediados del siglo XIX), combinando -igual que los españoles- los

elementos de legitimación antiguos con los de nuevo cuño. Además, los que tenían esa posibilidad, cultivaron un perfil que prometía una promoción rápida en la burocracia otomana durante el periodo de Tanzímát: el de los hombres familiarizados con la *civilización europea* (incluido el conocimiento de idiomas) o, de manera más específica, hombres de ciencia *moderna*, sin que les interesara en demasía insistir en su vertiente de ingeniero.

En estas circunstancias se empezó a articular el sector privado en el segundo tercio del siglo XIX. Las características de este proceso contribuyeron, en mi opinión, a perpetuar el modelo plural más allá de la Administración. En primer lugar, los ingenieros extranjeros actuaron como agentes de transferencia tecnológica en el periodo de la construcción de las infraestructuras (ferrocarriles, barcos de vapor, puentes de hierro, remodelación de los puertos). Las bases de legitimidad profesional de estos hombres, muy diversas, estaban fuera del control no solo de los ingenieros otomanos, sino, en gran medida, también de las autoridades otomanas. En comparación con el caso de España, donde el protagonismo de los técnicos foráneos en la importación y apropiación de las nuevas tecnologías en el sector privado era también muy significativo, la situación difería en el que los ingenieros españoles con educación tecnocientífica formal, certificada por el Estado, habían establecido por aquel entonces el monopolio sobre la administración de las obras públicas. En segundo lugar, la economía otomana llegó a depender de forma semi-colonial de las grandes potencias europeas durante la segunda mitad del siglo XIX y principios del XX. Mediante la administración de la deuda pública, los bancos y las compañías extranjeras incluso controlaron directamente ciertos sectores del Estado. Las empresas, a menudo en coordinación con los gobiernos de sus países, dictaron condiciones a las autoridades otomanas y practicaron políticas de contratación y remuneración de los ingenieros según criterios nacionales y etno-religiosos (igual que las autoridades otomanas, cabe decir, aunque los criterios difiriesen en algunos aspectos). A todo ello hay que agregar, en tercer lugar, que, a diferencia de España, el Estado en el Imperio Otomano no promovió escuelas de ingeniería orientadas hacia el sector privado. Se crearon escuelas industriales que formaron obreros técnicos sobre todo para las fábricas reales y potencialmente también para el sector privado, pero estos hombres no se consideraban ingenieros.

La teoría sobre la correspondencia entre la educación formal superior y el estatus social elevado de los ingenieros, se ve en buena medida corroborada por lo

ocurrido con los ingenieros en el Imperio Otomano y en la República de Turquía en la primera mitad del siglo XX. A partir del cambio de centuria, los ingenieros turcos experimentaron un claro aumento de su prestigio social. Este aumento coincidió con la consolidación de la educación formal, si no como fundamento, sí como pilar importante de la legitimidad profesional. Contribuyeron a este cambio varios factores. Por una parte, los ingenieros otomanos (turcos) formados en la Escuela de Ingeniería Civil fueron ocupando posiciones de poder en la Administración. Por otra, la instauración del régimen constitucional permitió a los ingenieros articular públicamente un discurso profesional que incluía la defensa de los ingenieros locales, y lanzarse a la conquista de la opinión pública. Pudo contribuir a esta transformación también el hecho de que por aquel entonces, la relación entre ser ingeniero y disponer de estudios formales certificados ya se había consolidado en gran parte del continente europeo y eso se plasmó en (un cambio en) las prácticas de las compañías extranjeras y de los técnicos extranjeros que trabajaron en el Imperio Otomano. De todos modos, la herencia del modelo plural tuvo aspectos positivos desde la lógica de la unidad *profesional*. Así, vemos cómo en España las fuertes identidades corporativas dificultaron la construcción de una identidad profesional de ingeniero, como se aprecia, por ejemplo, en la falta de interés por crear una asociación común y por los feroces conflictos entre las distintas especialidades. Por otra parte, en el Imperio Otomano los ingenieros se definieron de forma incluyente como profesionales. Obviamente, la unidad hace la fuerza, aunque no entraré a valorar las implicaciones en distintas áreas, ya que se pueden observar ante todo durante la República, fuera de la época aquí analizada.

Se puede concluir que en el largo siglo XIX se creó en el Imperio Otomano un modelo de ingeniería plural, en el que coexistían -y, sobre todo desde finales del siglo XX- competían figuras de ingeniero que derivaron su legitimidad de fuentes diversas, algunas alejadas del control de las autoridades otomanas. Esta pluralidad invita a la comparación con Gran Bretaña; no obstante, las pautas de la diversidad estaban -a diferencia de Gran Bretaña- inscritas en un marco de dependencia y de intervención extranjera. Además, en Gran Bretaña, los ingenieros locales crearon muy pronto los mecanismos de regulación profesional (por ejemplo las asociaciones) para controlar el acceso a las ingenierías. En el Imperio Otomano, el Estado, a pesar de su relativa debilidad, actuó como agente de creación de las nuevas instituciones de ingeniería, incluidos los centros de formación moldeados a semejanza de las escuelas de ingeniería francesas. Por otra parte, no se implicó activamente en la creación de centros de

formación que produjeran ingenieros orientados hacia el sector privado. En cuanto pudieron, los ingenieros otomanos acudieron al asociacionismo como forma de conseguir cierta autonomía con respecto a la Administración, a la vez que apelaron al Estado para que ejerciera como árbitro y como garante. El modelo plural que prevaleció en el Imperio Otomano durante la mayor parte de la época analizada no encaja, según mi opinión, en la dicotomía -cuestionada por muchos historiadores de la ingeniería- entre el modelo francés y el modelo británico. El Estado se mostró activo, se estableció pronto la identificación de la ingeniería con la formación tecnocientífica, y las autoridades siguieron los modelos franceses de formación del ingeniero-funcionario. A la vez, coexistieron y fueron reconocidas las figuras del ingeniero cuya legitimidad derivaba de otras fuentes, alejadas del control de las autoridades y de los ingenieros formados en las nuevas instituciones locales.

La comparación me ha permitido identificar varios puntos significativos vinculados con los temas de las identidades y el estatus, que marcan las distintas formas de configuración de la ingeniería moderna. En primer lugar se aprecia el papel de la educación como fuente de legitimidad y como manera de moldear la figura del ingeniero y de forjar identidades. Hay que fijarse asimismo en cuestiones internas como puede ser el peso de las matemáticas, el carácter de la formación práctica, o la posición de las instituciones de formación en un marco más amplio (es decir: se forman los ingenieros en 1) las universidades 2) las escuelas especiales destinadas a nutrir a la Administración, existe o no una fase politécnica común 3) las escuelas especiales orientadas hacia el sector privado 4) a través del sistema maestro-aprendiz). También hay que prestar atención a problemas como la compatibilidad entre las exigencias del currículum y la accesibilidad de la formación previa, y sus implicaciones. Por último, se puede apreciar cómo los mecanismos de moldear ingenieros (estandarización, ciencia, elementos meritocráticos) se escapan al control de sus creadores, abren espacios de maniobra (solidaridad generacional, autoconfianza de experto) y contribuyen a tensar los límites del discurso hegemónico.

Otro aspecto importante son las dinámicas entre la ingeniería como carrera burocrática y como profesión. La comparación entre España y el Imperio Otomano invita a reconsiderar una visión no solamente dicotómica, sino directamente conflictiva. Observamos cómo en ambos países los ingenieros hicieron suya una visión de la ingeniería que incluía tanto la carrera en la Administración como la práctica profesional

en el sector privado.¹² Sin embargo, en España, el campo de las ingenierías aparece altamente fragmentado, basándose las divisiones en la formación especializada, y se plantean conflictos alrededor de las competencias dentro de la Administración y en el sector privado, en los que el Estado es llamado a arbitrar. En el Imperio Otomano, el conflicto no se desarrolla alrededor de la especialidad, poco articulada, sino sobre todo en términos de exclusividad (o preferencia) nacional. Para interpretar adecuadamente estas dinámicas, aparecen como puntos significativos el asociacionismo y las formas de organización de los ingenieros del Estado (cuerpos, formación común o según especialidades). También hay que prestar atención al papel que los ingenieros otorgaron al Estado (como árbitro, como garante, como proveedor) y del uso que hicieron de la opinión pública.

Por último, cabe afrontar la cuestión de los ingenieros como agentes de articulación y transformación del discurso hegemónico. ¿Hasta qué punto contribuyeron a redefinir la legitimidad del poder político? ¿Se observa en su argumentación y práctica una lógica que pueda definirse como (proto)tecnocrática? ¿Se pueden identificar en la época estudiada pasos hacia una sociedad profesional? La comparación ha proporcionado algunos resultados interesantes. Tanto en España como en el Imperio Otomano los ingenieros llegaron a formar parte de las nuevas élites que evocaron la racionalidad y la ciencia como bases de las políticas de regulación del mercado y como fuentes de legitimidad de su liderazgo. Los hombres vinculados con la ingeniería fueron a la vez productos y agentes de la proliferación y la expansión del discurso del progreso o de la modernización (puesta al día), en un contexto marcado en ambos casos por una aguda preocupación por la posición internacional y por la integridad territorial del país. Sin embargo, en España se integraron en estas nuevas élites y actuaron dentro de ellas más específicamente en su cualidad de ingenieros, mientras en el Imperio Otomano aparecen hasta la primera década del siglo XX “disueltos” dentro de un grupo más amplio de hombres con formación *moderna*. En ambos casos llegaron a encarnar la imagen de hombre nuevo, que integraba las características físicas y morales asociadas con los líderes del futuro, algo que no era, por otra parte, incompatible con prácticas que reforzaban su posición a nivel individual y a nivel colectivo en el presente.

¹² En España, algunos ingenieros industriales desarrollaron, en épocas concretas, un discurso más rupturista, cuestionando la legitimidad de los ingenieros del Estado; un discurso en el que el ingeniero del Estado cumplía el papel del Otro. Sin embargo, este discurso, aunque importante, no alcanzó una posición hegemónica, y los ingenieros industriales españoles generalmente optaron por esforzarse en situarse tanto en el sector privado como en la Administración.

Fuentes y Bibliografía

Fuentes

Archivos

Turquía

T.C. Başbakanlık Osmanlı Arşivi (*BOA*; El Archivo Otomano de la Presidencia del Gobierno de la República de Turquía, Estambul)

A.AMD, caja 68, 79, 89
A.DVN, caja 141
A.DVN.DVE, caja 15
A.MKT, caja 246
A.MKT.MH, caja 447
A.MKT.MHM, cajas 9, 139, 243, 471, 473
A.MKT.MHN, caja 280
A.MKT.NZD, cajas 178, 350, 351, 376, 377
A.VN.MHM, caja 28
C.AS, caja 486
C.BH, caja 34
C.DH, caja 58
C.DRB, caja 9
DH.MKT, caja 1215
HAT, caja 301
HR.TO, cajas 418, 465
İ.DH., cajas 395, 430, 611, 628, 1213
İ.DUİT, caja 62
I.MF, caja 15
İ.MMS, caja 173
İ.MVL, caja 41
M.D
NFM,
T.NFM
TŞR.BNM, caja 23
Y.MTV, caja 185
Y.PRK.ASK., caja 23/34, 179
Y.PRK.AZJ, caja 25
Y.PRK.HH, caja 26

Francia

Service Historique de la Défense (*SDH* ; Servicio Histórico de la Defensa, Vincennes)
Archives de génie, art. 14, Turquie, caja 2

España

Archivo Histórico Nacional (*AHN*; Madrid)
Estado, legajos 2807, 4088

MOP, legajos 1, 51

Servicio Histórico Militar (*SHM*, Madrid)

Estados del Cuerpo 1726, 1733, 1797, 1798, 1800, 1801, 1805, 1806, 1807, 1809, 1815, 1846-

Archivo del Ministerio de Obras públicas (*AMOPU*; Madrid)

legajos 6625, 6652, 6856.

Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas (*AH de la OEPM*; Madrid)

Privilegios reales.

Fuentes primarias manuscritas de otro tipo (Turquía)

AHMED SIRRI, *Mühendishane-i Berr-i Hümayun Nazırı İstihkam Feriki Saadetlü Ahmed Sirri Paşa Hazretlerinin Sergüzeşti* (la transcripción del manuscrito de las memorias de Ahmed Sirri Bajá, un ingeniero militar otomano prominentemente. La autora agradece a prof. Emre Dölen, historiador de la ciencia y descendiente de Ahmed Sirri Bajá, que le ha proporcionado la transcripción del manuscrito que se encuentra en su posesión)

Bibliografía

Fuentes primarias de carácter impreso

ALARCÓN, Pedro Antonio de, *La prógida*, Imprenta de A. Pérez Dubrull, Madrid, 1882.

“Annexe. Le Reglement du Corps des ingénieurs des provinces. Qanûnnâme al-muhandisîn bi-l-aqâlîm (Traduction)” en Ghislaine Alleaume, “La mise en place du Corps des irrigations en Égypte (1821-1835): entre tradition nationale et imitation de l'Europe”, en Irina Gouzévitch y Patrice Bret (eds.), *Journées d'étude. Naissance d'une communauté internationale d'ingénieurs (première moitié du XIXe siècle)*, CNRS, París, 1997, 92-99.

“Association des Architectes et Ingénieurs en Turquie. Statuts”, *Génie civil ottoman*, 4 (3, 1914), 45-48.

ATAYMAN, Mustafa Şevki, *Bir İnşaat Mühendisinin Anıları*, I.T.Ü İnşaat Fakültesi, Estambul, 1984. (segunda edición preparada por İsmail Hakkı Aksoy)

AZCÁRATE, Gumersindo de, *El régimen parlamentario en la práctica*, Editorial Tecnos, Madrid, 1978. (1era edición de 1885)

“Bases generales para la nueva legislación de obras públicas”, *Revista de Obras Públicas*, 23 (1868), 269-271.

“Bases generales para la nueva legislación de minas (29 de diciembre de 1868)” en Marcelo Martínez Alcubilla, *Diccionario de la Administración española*, vol. 7, Madrid, 1887, 298-304.

“Bases generales para la nueva legislación de obras públicas (14 de noviembre de 1868)” en

- Marcelo Martínez Alcubilla, *Diccionario de la Administración española*, vol. 7, Madrid, 1887, 696-698.
- BETANCOURT, Agustín de y LÓPEZ PEÑALVER, Juan, “Memoria sobre los medios de facilitar el comercio interior, 20 de junio de 1791”, texto reproducido en *Escritos de López de Peñalver*, Madrid, Instituto de Cooperación Iberoamericana/ Instituto de Estudios Fiscales, Madrid, 1992, 5-32.
- BETANCOURT, Agustín de, “Informe dado por don Agustín de Betancourt sobre los pantanos y reparos que deben hacerse en Lorca”, Manuscrito conservado en Archivo de Lorca, 1802, reproducido en J. Muñoz Bravo, “Agustín de Betancourt en Lorca”, en *Betancourt. Los inicios de la ingeniería moderna en Europa. Exposición*, CEDEX – CEHOPU, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid, 1996, 88-98.
- BETANCOURT, Agustín de, “Noticia del estado actual de los caminos y canales de España. Causas de sus atrasos y defectos, y medios de remediarlos en adelante,” *Revista de Obras Públicas*, 5 (1869), 54-58; 6 (1869), 68-71; 10 (1869), 115-116; 13 (1869), 156-157. (El documento original es del 28 de abril de 1803).
- B.M., “El ingeniero de Caminos”, *Revista de Obras Públicas*, 5 (1875), 55.
- “Carreteras”, *Revista de Obras Públicas*, 1180 (1898), 293.
- CERDÁ, Ildefonso, “Construcciones civiles. La calle”, *Revista de Obras Públicas*, 5 (1863), 57-60.
- CERDÁ, Ildefonso, “Edificación”, *Revista de Obras Públicas*, 24 (1863), 291-295.
- CHAIX, José, *Memoria sobre un nuevo método general para transformar en series las funciones transcendentales*, Imprenta Real, Madrid, 1807.
- Colección legislativa de España.*
- Colección legislativa de minas, conteniendo todas las disposiciones vigentes que rigen en esta materia y un repertorio completo de las leyes y ordenanzas antiguas que han regido en los dominios españoles.*
- Comisión de Caminos y Canales, “Memoria sobre las comunicaciones generales de la península”, *Memoria de Obras Públicas*, Anexo I, Madrid, 1856, 175-234.
- “Conflicto en Vizcaya”, *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería*, 1618 (1897), 27.
- CORNET Y MAS, Cayetano, “Los ingenieros industriales y los fabricantes españoles”, *Revista industrial*, (1862), 180.
- COSTA, Joaquín, *Política hidráulica. Misión social de los riegos en España*, Madrid, 1911.
- “Cuerpo de Ingenieros de caminos, canales, puertos y faros”, *Revista de Obras Públicas*, 23 (1856), 265-266.
- “Cuerpo de Ingenieros de Caminos, canales y puertos, artículo II”, 8 (1857), 85-90.

“Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1869), 7-8.

Derecho de los ingenieros militares al ejercicio de la ingeniería en la esfera particular, Imprenta del Memorial de Ingenieros del Ejército, Madrid, 1902.

ECHEGARAY, José, “Historia de las matemáticas puras en nuestra España”, en Ernesto García Camarero y Enrique García Camarero (eds.), *La polémica de la ciencia española*, Alianza, Madrid, 1970, 161-190. (se trata del discurso de ingreso de José Echegaray en la Real Academia de Ciencias Exactas, el 11 de marzo 1866). Disponible en http://www.ateneodemadrid.com/biblioteca_digital/folleto/Disursos-010.pdf

ECHEGARAY, José, “¿Qué es lo que constituye la fuerza de las naciones?”, *Discurso leído por le Excmo. señor D. José Echegaray el día 10 de noviembre de 1898 en el Ateneo científico, literario y artístico de Madrid con motivo de la apertura de sus cátedras*, Estudio tipográfico “Sucesores de Rivadeneyra”, Madrid, 1898.
Disponible en http://www.ateneodemadrid.com/biblioteca_digital/folleto/Disursos-008.pdf

“El brigadier Don Jorge Molina. Necrología”, *Memorial de Ingenieros*, 6 (1875), 47-52.

“Escalafón del Cuerpo Nacional de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, 2 (1867), 18-20.

“Escalafón del Cuerpo Nacional de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, 7 (1868), 79-81.

“Exposición de motivos para el cambio de reglamento por la Comisión de Ingenieros, aprobado por la Junta consultiva, examinado por el Consejo del Estado, modificado por el gobierno”, *Revista de Obras Públicas*, 24 (1863), 284-291. La “Exposición...” continua en *Revista de Obras Públicas*, 1 (1864), 2-11.

ETON, William, *A Survey of the Turkish Empire*, T.Cadell, jr.&W.Davies, Londres, 1798.

GANOT, Adolphe, *Tratado elemental de Física y de Meteorología*, Carlos Bailly-Bailliere, Madrid, 1858. (primera edición en francés 1851)

GARCINI, Vicente de, “Reseña histórica de la Escuela de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario (1899).

GARRIGA Y ROCA, Miguel, “Memoria que acompaña al plano de la ciudadela de Barcelona y proyecto de su derribo”, *Revista de Obras Públicas*, 3 (1863), 29-34.

GOLTZ, Colmar von der, *Denkwürdigkeiten*, (ed. F. von der Goltz and W.Förster), Mittler, Berlín, 1932.

“Graduados en la Escuela de Caminos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario (1899) (páginas sin numerar).

GUEROLA, Antonio, *Memorias de mi administración en la provincia de Zamora como Gobernador de ella desde el 12 de agosto de 1853 hasta el 17 de julio de 1874*, Instituto de Estudios Zamoranos Florián de Ocampo/Diputación provincial de Zamora/CSIC/EUNSA, Zamora, 1985.

HULUSI Bey, “Meclis-i İdare Kararıyla Adliye Nezaret-i Celilesi'ne Takdim Kılınan İstida Sureti”,

Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası, 12 (1910), 339.

IBRAHİM MÜTEFERRIKA, *Usûlü'l- Hikem fî Nizâmü'l-Ümem*, Darut-tibaa-i Amire, Estambul, 1731.

INCHAURRANDIETA, Rogelio de, “Escuela de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario (1899), 1-3.

INCHAURRANDIETA, Rogelio de, “Condiciones para el ingreso en la Escuela de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, 1289 (1900), 188-189.

Ingenieros Industriales (firman 144), “Causas de atraso de la industria en España”, *La Gaceta industrial*, 172 (1869), 137-140, 173 (1869), 152-155, 174 (1869), 161-163.

“Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, sus obras”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario (1899).

“Instrucción para promover y ejecutar las obras públicas” (Real Decreto del 10 de octubre de 1845) en Marcelo Martínez Alcubilla, *Diccionario de la Administración española*, vol.7, Madrid, 1887, 691-694.

“Introducción”, *Revista Minera*, 1 (1850), 1-4.

J.M.D., “Sobre los principales depósitos auríferos y en particular sobre los de la California”, *Revista Minera*, 2 (1850), 56-61.

JORDANA y MORERA, Ramón, “Los ingenieros”, *Revista Forestal, Económica y Agrícola*, 5 (1872), 97-104 y 192-201.

“Kısm-ı idari”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 1 (1909), 3.

KÜÇÜK HÜSEYİN BAJÁ, “Layiha”, *BOA*, MD. 8882, 120-122. (el 3 de febrero 1797). Transcripción completa del manuscrito en Mustafa Kaçar, *Osmanlı Devleti'nde Bilim ve Eğitim Anlayışındaki Değişmeler ve Mühendishanelerin Kuruluşu*, tesis doctoral sin publicar, Universidad de Estambul, Estambul, 1996, 196-200.

LÓPEZ DE PEÑALVER, Juan, “De la influencia de la industria en la situación política de las naciones”, *Periódico del Ministerio de la Gobernación de la Península*, 1 (1823), Madrid, Imprenta Nacional, Madrid, 1823.

LÓPEZ DE PEÑALVER, Juan, “Catálogo del Real Gabinete de Máquinas. 1794” reproducido en Ernest Lluch (ed.), *Escritos de López de Peñalver*, ICIA/Quinto Centenario/Antoni Bosch/IEF, 1992, 145-147.

MacFARLANE, Charles, *Turkey and its destiny. The result of journeys made in 1847 and 1848 to examine into the state of that country*, Vol.II., John Murray, Londres, 1850.

MACHIMBARRENA, Vicente, “La Escuela Politécnica”, *Revista de Obras Públicas*, 2418 (1924), 418-420; 2419 (1924), 429-430; 2420 (1925), 55-57.

MACÍAS PICAVERA, Ricardo, *El problema nacional. Hechos, causas, remedios*, Madrid, 1899.

MAFFEI, Eugenio, *Centenario de la Escuela de Minas en España, 1777-1877*, M. Tello, Madrid, 1877.

MAHMOUD RAYF EFENDI, *Tableau des Nouveaux Reglements de l'Empire Ottoman, composé par Mahmoud Rayf Èfendi, ci-devant Secrétaire de l'Ambassade Impériale près de la Cour d'Angleterre. Imprimé dans la nouvelle Imprimerie du Génie, sous la direction d'Abdurrahman Èfendi professeur de Géometrie et d'Algèbre*, Imprimerie du Génie, Estambul, 1798.

“Maksadımız”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 1 (1909), 9.

MALLADA, Lucas, *Causas físicas y naturales de la pobreza de nuestro suelo*, 1882.

MALLADA, Lucas, *Los males de la patria y la futura revolución española*, 1890.

MARCOARTÚ, A., “La revolución y las obras públicas”, *Revista de Obras Públicas*, 16 (1854), 205-206.

MARGOSIAN, “Hendese-i Mülkiye Muallimlerinden Mehme Refik Bey'e”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 4 (1910), 69-70.

MARTÍN, Rafael, “Plus Ultra”, *Revista de Obras Públicas*, 8 (1875), 85-87.

MARVÁ y MAYER, José, *Función técnico-social del Ingeniero. Conferencia leída ante la 6a sección del Congreso de la Asociación para el Progreso de las Ciencias por el Excmo. Sr. D. ...General de Brigada, de la Real Academia de Ciencias y del Instituto de Reformas Sociales*, Imprenta del Memorial de Ingenieros del Ejército, Madrid, 1909.

MEHMED REFIK, “Ulûm ve fûnûn'da rûmuzat”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 1 (1909), 13-16.

MEHMED REFIK, “Rûmuzat-ı Fenniyemizin Islahı Meselesi”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 4 (1910), 69.

MEHMED REFIK, “Mühendis Mektepleri”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 4 (1910), 76-78.

MEHMED REFIK, “Mühendis Mektepleri II: Almanya'da Mühendis Mektepleri”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 5 (1910), 109-114.

MEHMED REFIK, “Otomobil-Şimendifer Rekabet Mevhumesi ve Memalik-i Osmaniye'de Vasıta-i Nakliye Meselesi, I”, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 9 (1910), 249-254.

“Memoria sobre la formación de una ley orgánica para gobierno de la minería en España presentada por D. Fausto Elhúyar”, *Anales de Minas*, 1 (1838). (la versión original es del año 1825), *Colección Legislativa de minas, conteniendo todas las disposiciones vigentes que rigen en esta materia y un repertorio completo de las leyes y ordenanzas antiguas que han regido en los dominios españoles, Junta superior facultativa de minería*, vol. 1, 171-177 (Decreto) y 177-208 (Instrucción).

“Memoria sobre las comunicaciones generales de la península”, *Memoria de Obras Públicas*, Anexo I, Madrid, 1856, 175-234.

MENINSKI, Franciscus à Mesgnien, *Thesaurus Linguarum Orientalium Turcicae, Arabicae, Persicae*, vol.3, Tıpkı basım-Simurg yayınları, Estambul, 2000. (publicado por primera vez en Vienna en 1680)

MILLA, Francisco, "Proyectos empíricos y proyectos facultativos", *Revista de Obras Públicas*, 3, (1853), 29-33.

MOLTKE, Helmuth von, *Briefe über Zustände und Begebenheiten in der Türkei aus den Jahren 1835 bis 1839*, Berlín, 1891 (quinta edición).

MONTERDE, Agustín, "Noticias varias", *Revista de Obras Públicas*, 1 (1863), 15.

"Muharrerat", *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti*, 5 (1910), 105.

"Necrología", *Revista de Obras Públicas*, 24, (1857), 279.

"Necrología", *Revista de Obras Públicas*, 1 (1860), 9-11.

"Necrología. Don Rafael de Zafra", *Revista de Obras Públicas*, 10, (1871), 120-122.

"Noblesa obliga", *Revista de Obras Públicas*, 16 (1871), 186-193.

"Noticias varias", *Revista de Obras Públicas*, 23 (1868), 278-279.

Ordenanza que S.M. Manda observar en el Servicio del real Cuerpo de Ingenieros, vol.2, Imprenta Real, Madrid, 1803.

Ordenanzas del Cuerpo de Ingenieros Cosmógrafos de Estado y del Real Observatorio, Imprenta Real, Madrid, 1796.

ORIO, Román, "Fraternidad entre todos los ingenieros", *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería*, 1537, (1895), 148.

"Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Aza-yı Asliyyesi listesi", *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, (1, 1909), 8-9.

"Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti'nin Tarihçesi", *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 1 (1909), 3-5.

"Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Namına Şura-yı Devlet Riyaseti'ne Takdim Olunan İstidanın Suretidir", *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Mecmuası*, 4 (1910), 73-74.

P., "Observaciones sobre el decreto expedido por el gobierno portugués disolviendo el Cuerpo de Ingenieros Civiles", *Revista de Obras Públicas*, 24 (1868), 281-284.

"Parte oficial", *Revista de Obras Públicas*, 1 (1853), 1-2.

"Parte oficial", *Revista de Obras Públicas*, 1 (1854), 1-3.

"Parte oficial", *Revista de Obras Públicas*, 1(1857), 1-2.

- “Parte oficial”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1867), 10.
- “Parte oficial”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1868), p.11.
- “Parte oficial”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1872), 1-2.
- “Parte oficial”, *Revista de Obras Públicas*, 2 (1872), 13-14.
- “Parte oficial”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1882), 1-2.
- “Parte oficial”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1883), 1-2.
- “Parte oficial”, *Revista de Obras Públicas*, 1(1887), 1.
- “Parte oficial”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1892), 2.
- “Propuesta de ley presentada en las Cortes el 10 de abril 1821 sobre las obras de fomento general”, *Revista de Obras Públicas*, 16 (1863), 185.
- PÉREZ GALDÓS, Benito, *Doña Perfecta*, Cátedra, Madrid, 1982. (primera edición 1876)
- PÉREZ GALDÓS, Benito, *Electra*, Imprenta de la Viuda e Hijos de M.Tello, Madrid, 1901.
<http://www.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/01316131933915057977802/index.htm>
- PÉREZ GALDÓS, Benito, *La familia de León Roch*, Alianza, Madrid, 1979. (primera edición 1878)
- PERTUSIER, Charles, *Promenades Pittoresques dans Constantinople et sur les rives du Bosphore suivies d'une notice sur la Dalmatie*, Vol.I, París, H.Nicolle, 1815.
- “Plan general de estudios aprobados por Real decreto de 17 de septiembre de 1845”, en *Historia de la educación en España*, vol. 2, MEC, Madrid, 1979
- Presupuestos del Estado*. Años 1837, 1840, 1843, 1844, 1845, 1849, 1850, 1851, 1852, 1853, 1854, 1855, 1856/7, 1857, 1858, 1859, 1860, 1861, 1862, 1863/4, 1864/5, 1866/7, 1868/9, 1869/70, 1870/71, 1872/3, 1874/5, 1876/7, 1877/8, 1878/9, 1880/81, 1881/2, 1882/3, 1883/4, 1885/6, 1887/8, 1888/9, 1890, 1890/1, 1892/3, 1893/4, 1895, 1900, 1902, 1904, 1906, 1907, 1908, 1911.
- Programme du cours élémentaire des machines, pour l'an 1808, par M.Hachette; Essai sur la composition des machines*, par MM. Lanz et Betancourt, Imprimerie impériale, París, 1808.
- Real Decreto de 26 de octubre de 1855 para la ejecución de la Ley de 1 de mayo del mismo año en la parte relativa a la desamortización de los montes y el informe emitido con este objeto por la Junta Facultativa del Cuerpo de Ingenieros del ramo*, Imprenta del Colegio de Sordo-Mudos, Madrid, 1855.
- “Real Orden del 12 de junio de 1799”, *Revista de Obras Públicas*, n. extraordinario, (1899).
- “Reducción del Cuerpo por el Real Decreto de 12 de agosto de 1871”, *Revista de Obras Públicas*, 16 (1871), 185-186.

Reformas sociales. Información oral y escrita. 1889-1893, vol.5, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Madrid, 1985.

Reglamento para el régimen interior de la Junta consultiva de caminos, canales y puertos, Imprenta Nacional, Madrid, 1859.

Reglamento para la Academia especial del Arma de Ingenieros, Imprenta del Memorial de Ingenieros, Madrid, 1859.

“Reglamento del Cuerpo de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, 22 (1863), 257-27.

“Reglamento orgánico del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, 22 (1863), 257-271.

“Reglamento orgánico del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, canales y puertos de 1836”, *Revista de Obras Públicas*, 1 (1864), 2-11.

Report of the Conference held at The Institution of Civil Engineers, June 28 and 29, 1911, John Parkinson, Londres, 1911.

REINOSO, Mariano Miguel, “Sobre enseñanza agrícola profesional. Informe elevado al Excmo. Sr. Ministro de Comercio, Instrucción y Obras Públicas”, *Boletín Oficial del Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas*, 12 (1850), 266-295, 330-341, 354-375, 389-401, 410-435 y 13 (1851), 9-31.

Resumen histórico del arma de ingenieros en general, y de su organización en España, por un antiguo Oficial del Cuerpo de Ingenieros del Ejército, que desempeña hoy un alto cargo en otra carrera, Imprenta Nacional, Madrid, 1846, publicado en *Memorial de Ingenieros*, 1-9 (1846), 1-161, más apéndices 163-190 y 191-224.

RETORTILLO, Ángel de, “Caminos de hierro”, *Revista de Obras Públicas*, 3 (1853), 25-29.

RODRÍGUEZ, Gabriel, “Los ingenieros libres de Caminos, canales y puertos”, *Revista de Obras Públicas*, 3 (1875), 27-31.

ROYO, M., “Consideraciones sobre el empleo mas útil de las aguas fluviales para el desarrollo de la riqueza”, *Revista de Obras Públicas*, 3 (1853), 33-34.

RUIZ DE SALAZAR, J.M., “Lo que debe ser Madrid”, *Revista de Obras Públicas*, 4 (1892), 55.

SÁNCHEZ Y MASSIÁ, M., “Títulos profesionales de ingenieros”, *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería*, 1531 (1895), 96.

SÉID MOUSTAPHA, *Diatribes de l'ingénieur Séid Moustapha, sur l'état actuel de l'art militaire, du génie et des sciences*, París, Imprimerie Impériale, 1807 (edición preparada por L. Langlès, autor de la introducción, primera edición de la obra en francés en Constantinopla, Typographie de Scutari, 1803)

SESTINI, Dominique, *Lettres de M. Abbé Dominique Sestini écrites à ses amis en Toscane pendant le cours de ses voyages en Italie, en Sicile et en Turquie, sur l'histoire naturelle, l'industrie et le*

commerce de ces différentes Contrées, vol.3, La Veuve Duchesne et Fils, París, 1789. (traducido del italiano por M. Pingeron)

SOLER, Francisco, *Diario de avisos y noticias de Barcelona*, 88 (1855), 2647-2648.

“Táctica de infantería” *Memorial de Ingenieros*, 5, (1875), 39-42.

TASSY, Louis, *Études sur l'aménagement des forêts*, Bureau des Annales Forestières, París, 1858.

TASSY, Louis, *Réorganisation du Service Forestier*, París, 1879.

TASSY, Louis, *États de Forêts en France*, París, 1887.

TERREROS, Ramón S. de los, “El arte en la ingeniería”, *Revista de Obras Públicas*, 17 (1897), 451-453.

“Telegrafía militar”, *Memorial de Ingenieros*, 3 (1875), 21-22.

Testamento forestal de Bernardo de la Torre Rojas, fundador y primer director de la Escuela de ingenieros de montes (1866)”, en Erich Bauer Manderscheid, *Los montes de España en la Historia*, Servicio de publicaciones agrarias/Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid, 1991, 519-528.

TODERINI, Giambattista, *Letteratura turchesca: Studi de' Turchi*, vol.1, Presso Giacomo Storti, Venecia, 1787.

TODERINI, Gianbattista, *De la littérature des turcs*, Chez Poinçot, Libraire, rue de la Harpe, París, 1789. (traducido del italiano por el abate de Cournand)

TOTT, baron de, *Mémoires du Baron de Tott, sur les Turcs et les Tartares*, vol. 2, Amsterdam, 1785.

“Turuk ve Meabir hakkinda nizamname”, en *Düstur* 1, vol. 2, 302-309 (14th of August 1869).

VICUÑA, Gumersindo, *Cultivo actual de las ciencias físico-matemáticas en España*, Imprenta de J. M. Ducazcal, Madrid, 1875.

VICUÑA, Gumersindo, “Exposiciones especiales de la industria en España”, *Revista Europea*, 21 (1874), 68-74.

WOODS, Henry Felix, *Spanyarn from the Strands of a Sailor's Life Afloat and Ashore. Forty-Seven Years under the Ensigns of Great Britain and Turkey*, Hutchinson, Londres, 1924.

ZARCO DEL VALLE, Antonio Remón, “Las condiciones que la España reúne a favor de los progresos de las ciencias”, en Ernesto García Camarero y Enrique García Camarero (eds.), *La polémica de la ciencia española*, Alianza, Madrid, 1970, 151-160.

ZUAZNÁVAR, Mariano, “Informe del Ingeniero Jefe de las minas de Orbó”, *Reformas sociales. Información oral y escrita. 1889-1893*, vol.5, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Madrid, 1985, 533-538.

Fuentes secundarias

ABOU-EL-HAJ, Rifaat, *Formation of the Modern State: The Ottoman Empire, Sixteenth to Eighteenth Century*, SUNY, Albany, 1991.

ADEMOĞLU, Ebru, “Yahya Naci Efendi ve fırlatılan cisimlerin hareketiyle ilgili eseri 'Risale-i Hikmet-i tabbiyye' (1809)”, *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, 5 (1, 2002), 25-56.

ADIVAR, Adnan, *Osmanlı Türklerinde İlim*, Remzi Kitabevi, Estambul, 1982.

ÁGOSTON, Gábor, *Guns for the Sultan: Military Power and the Weapons Industry in the Ottoman Empire*, Cambridge University Press, Cambridge, 2005.

AHLSTRÖM, Göran, “Higher Technical Education and the Engineering Profession in France and Germany during the Nineteenth Century: A Study on Technological Change and Industrial Performance”, *Economy and History*, 2 (1977), 51-88.

AKBAŞ, Meltem, *Osmanlı Türkiye'sinde modern fizik (19.yüzyıl)*, tesis doctoral sin publicar, Universidad de Estambul, Estambul, 2008.

AKBAŞ, Meltem, “Elektrik Mühendisi Mehmed Refik Fenmen: Osmanlı'dan Cumhuriyet'e yenilikçi bir aydın”, *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, 9 (1-2, 2007-2008), 101-119.

AKBAŞ, Meltem, “From Divine Wisdom to Modern Physics: The concept of *hikmet* in the age of transformation,” ponencia presentada en *Beyond Classical Key Concepts*, Research Training Seminar, Madrid, España, del 3 al 5 de Diciembre 2008. (Agradezco a Meltem Akbaş el haberme proporcionado la versión escrita de su ponencia)

AKBAŞ, Meltem y MARTYKÁNOVÁ, Darina, “Sailors in Space: Transformations of the Ottoman Naval Academy throughout the 19th Century”, ponencia presentada en la sesión *Public Space and Urban Experiences in Ottoman Cities* en la Décima Conferencia Internacional sobre Historia Urbana, Gante, Bélgica, del 1 al 4 de Septiembre 2010.

AKBAŞ, Meltem, “Between Translation and Adaptation: Turkish Editions of Ganot's *Traité*”, in Feza Günergun and Dhruv Raina (eds.), *Science between Europe and Asia*, Springer, Leiden, 2011. (in press)

AKSAN, Virginia H., *An Ottoman Statesman in War and Peace: Ahmed Resmi Efendi, 1700-1783*, E.J.Brill, Leiden, 1995.

AKSAN, Virginia, “Breaking the Spell of Baron de Tott: Reframing the Question of Military Reform in the Ottoman Empire, 1760-1830”, *The International History Review*, 23, (2, 2002), 253-277.

AKSAN, Virginia H., *Ottoman Wars 1700-1870. An Empire Beseiged*, Pearson/Longman, Hammersmith, 2007.

ALBERDI, Ramón, *La formación profesional en Barcelona*, Ediciones Don Bosco, Barcelona, 1980.

ALDANA, Lucas de, *Las minas y la industria en sus relaciones con la administración*, Madrid, 1873.

ALDER, Ken, *Engineering the Revolution: Arms and Enlightenment in France, 1763-1815*, Princeton University Press, Princeton, 1999.

ALDER, Ken, “French Engineers Become Professionals; or, How Meritocracy Made Knowledge Objective” en William Clark, Jan Golinski, y Simon Schaffer (eds.), *The Sciences in Enlightened Europe*, The University of Chicago Press, Chicago/Londres, 1999.

ALLEAUME Ghislaine, “La mise en place du Corps des irrigations en Égypte (1821-1835): entre tradition nationale et imitation de l'Europe”, en Irina Gouzévitch y Patrice Bret (eds.), *Journées d'étude. Naissance d'une communauté internationale d'ingénieurs (première moitié du XIXe siècle*, CNRS, Paris, 1997, 78-99.

ALONSO VIGUERA, José María, *La ingeniería industrial en España en el siglo XIX*, Asociación de ingenieros industriales de Andalucía, Madrid, 1993.

ÁLVAREZ JUNCO, José, “El peso del estereotipo”, *Claves de Razón Práctica*, 48 (1994).

ALZOLA y MINONDO, Pablo, *Historia de la obras públicas en España*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1994. (primera edición en 1899)

ANASTASSIADOU-DUMONT, Méropi (ed.), *Médecins et ingénieurs ottomans à l'âge des nationalismes*, Maisonneuve et Larose/Institut français d'études anatoliennes, París/Estambul, 2003.

ANASTASSIADOU-DUMONT, Méropi, “Science et engagement: la modernité ottomane à l'âge des nationalismes”, en Méropi Anastassiadou-Dumont (ed.), *Médecins et ingénieurs ottomans à l'âge des nationalismes*, Maisonneuve et Larose/Institut français d'études anatoliennes, París/Estambul, 2003, 5-28.

ANDERSON, Benedict, *Imagined Communities. Reflections on the Origin and Spread of Nationalism*, Verso, Londres/Nueva York, 1993.

ANDERSON, M.S., *The Eastern Question 1774-1923: A Study in International Relations*, Macmillan, Londres, 1966.

ANIL, Mustafa Nuri y MEREY, Nejdett, *Türkiye'de Maden Mevzuatı*, vol. 2, Tan Matbaası, Estambul, 1942.

ARROYO, Mercedes, “Tècnics i tecnologia de gas a la Catalunya del segle XIX”, *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 4 (2000), 57-94.

ARTOLA, Miguel, *Los ferrocarriles en España. 1844-1943*, Servicio de Estudios del Banco de España, Madrid, 1978.

ARTOLA, Miguel y BILBAO, Luis María (eds.), *Estudios de hacienda: de Ensenada a Mon*, Instituto de Estudios Fiscales, Madrid, 1984.

AUSEJO, Elena, “La enseñanza de las ciencias exactas, físicas y naturales y la emergencia del científico”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e Ingeniería en España*, vol. 5, *El ochocientos, Profesiones e instituciones civiles*, Real Academia de Ingeniería/Institución Fernando el

Católico'/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2007, 507-550.

AUSEJO, Elena, "Quarrels of a Marriage of Convenience: On the History of Mathematics Education for Engineers in Spain", *The International Journal for the History of Mathematics Education*, 2, (1, 2007), 1-13.

AVCI, Alaattin, *Türkiye'de yüksek askerî okullar tarihçesi*, Genelkurmay Basımevi, Ankara, 1963.

VERY, David, *Not on Queen Victoria's Birthday. The Story of the Rio Tinto Mines*, Collins, Londres, 1974.

AYDIN, Cemil, *Mecmua-ı Fünûn ve Mecmua-i Ulum Dergilerinin Medeniyet ve Bilim Anlayışı*, tesis del máster sin publicar, Departamento de Historia de la Ciencia, Instituto de Ciencias Sociales de la Universidad de Estambul, 1995.

AYDÜZ, Salim Ayduz, "Emin Paşa", *Yaşamları ve Yapıtlarıyla Osmanlılar Askiklopedisi*, vol.2, Yapı Kredi Yayınları, Estambul, 1999, 401.

BABINGER, Franz, *Müteferrika ve Osmanlı Matbaası*, Tarih Vakfı Yurt Yayınları, Estambul, 2004.

BARCA, Francesc Xavier y LUSA, Guillermo, "Ramon de Manjarrés (1827-1918). La química agrícola i la professionalització de l'enginyer industrial", en J. M. Caramasa y Antoni Roca Rosell (eds.), *Ciència i tècnica als Països Catalans: Una aproximació biogràfica*, vol. 1, Fundació Catalana per a la Recerca, Barcelona, 1995, 383-423.

BARŠA, Pavel, *Panství člověka a touha ženy. Feminismus mezi psychoanalýzou a poststrukturalismem*, SLON, Praga, 2002.

BASALLA, George, "The Spread of Western Science", *Science*, 156 (1967), 611-622.

BAUER MANDERSCHIED, Erich, *Los montes de España en la Historia*, Servicio de Publicaciones Agrarias y Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid, 1991.

BAYKARA, Tuncay, *Osmanlılarda Medeniyet Kavramı ve Ondokuzuncu Yüzyıla Dair Araştırmalar*, Akademi Kitabevi, Esmirna, 1992.

BAYLY, C.A. y BANG, Peter Fibiger (eds.), *Tributary Empires in History: Comparative Perspectives from Antiquity to the Late Medieval*, special issue of *The Medieval History Journal*, 3 (2003).

BEKTAŞ, Yakup, "The Imperial Ottoman Izmir-to-Aydin Railway: The British Experimental line in Asia Minor", en Ekmeleddin Ihsanoğlu, Ahmad Djebbar y Feza Günergun (eds.), *Science, Technology and Industry in the Ottoman World*, Turnhout, Brepols, 2000, 139-152.

BELHOSTE, Bruno, "Les écoles des ingénieurs américaines au début du XXe siècle: un modèle original de formation," en Irina Gouzévitch, André Grelon y Anousheh Karvar (eds.), *La formation des ingénieurs en perspective. Modèles de référence et réseaux e médiation (XVIIIe-XXe siècles)*, Presses Universitaires de Rennes, Rennes, 2004, 161-169.

BELHOSTE Bruno; DAHAN-DALMEDICO, Amy; PICON, Antoine (eds.), *La formation*

polytechnicienne: 1794-1994, Dunod, París, 1994.

BELHOSTE, Bruno, *La formation d'une technocratie: L'École Polytechnique et ses élèves de la Révolution au Second Empire*, Belin, París, 2003.

BENEDIKT, Heinrich, *Der Pascha-Graf Alexander von Bonneval (1675-1747)*, Hermann Bohalu, Graz/Colonia, 1959.

BENJAMIN, Walter, "Resumenes", *Libro de los pasajes*, ed.de Rolf Tiedemann, Akal, Madrid, 2005.

BERKES, Niyazi, *Türkiye'de Çağdaşlaşma*, Doğu-Batı Yayınları, Estambul, 1978.

BERKSAN, Nazım, *Yol Dâvâmız*, Akın Matbaası, Ankara, 1951.

BEST, Geoffrey, "Militarism and The Victorian Public School" en B. Simon y Ian Bradley (eds.), *The Victorian Public School*, Humanities Press, Dublin/Atlantic Highlands, N.J., 1975, 129-145.

BEYDİLLİ, Kemal, "Ignatius Mouradgea d'Ohsson (Muradcan Tosunyan)", *Tarih Dergisi*, (34, 1984), 247-314.

BEYDİLLİ, Kemal, *Türk Bilim v Matbaacılık Tarihinde Mühendishâne: Mühndishâne Matbaası ve Kütüphanesi (1776-1826)*, Eren Yayınları, Estambul, 1995.

BEYDİLLİ, Kemal, "İlk Mühendislerimizden Seyyid Mustafa ve Nizâm-ı Cedîd'e dair Risalesi" en Seyyid Mustafa, *İstanbul'da askerlik sanatı, yeteneklerin ve bilimlerin durumu üzerine risale*, (eds. Hüsrev Hatemi y Kemal Beydilli), TÜYAP, Estambul, 1986, 17-47.

BIERMANN, Irene A.; ABOU-EL-HAJ, Rifa'at y PREZIOSI, Donald, (eds.), *The Ottoman City and Its Parts: Urban Structure and Social Order*, Caratzas Press, New Rochelle N.Y., 1991.

BILSEL, Cânâ, "Remodeling the Imperial Capital in the Early Republican Era", en Jonathan Osmond y Ausma Cimdina (eds.), *Power and Culture. Identity, Ideology, Representation*, Edizioni Plus, Pisa, 2007.

BINBAŞI ELHAÇ RIZA TAHSİN, *Tıp Fakültesi Tarihçesi (Mir'at-ı Mekteb-i Tıbbiye)*, (ed. Aykut Kazancıgil), Özel Yayınları, Estambul 1991. (Comandante Elhaç Rıza Tahsin, *Mir'at-ı Mekteb-i Tıbbiye*, Estambul 1906).

BLANCO, Luigi (ed.), *Amministrazione, formazione e professione: gli ingegneri in Italia tra Sette e Ottocento*, Il Mulino, Bolonia, 2000.

BODINIER, Gérard, "Les Missions Militaires Françaises en Turquie au XVIIIe Siècle", *Revue Internationale d'Histoire Militaire*, 68 (1987), 157-180.

BOGULUIBOV, Alexei, *Un héroe español del progreso: Agustín de Betancourt*, Seminarios y Ediciones S.A., Madrid, 1973.

BONET CORREA, Antonio; MIRANDA, Fátima y LORENZO, Soledad, *La polémica ingenieros-arquitectos en España del siglo XIX*, Colegio de Ingenieros de Caminos, canales y puertos, Madrid, 1985.

BONETTA, Gaetano, *Corpo e nazione: L'educazione ginnastica, igienica e sessuale nell'Italia liberale*, F. Angeli, Milán, 1990.

BORDEJÉ MORENCOS, Fernando, *Crónica de la Marina Española en el siglo XIX*, vol.1, 1800-1868, Editorial Naval, Madrid, 1993.

BOSCH y ARROYO, Manuel, "Lista General de los Oficiales del Cuerpo de Ingenieros del Ejército desde el siglo XVI hasta 1910", *Memorial de Ingenieros del Ejército*, Madrid, 1911.

BOSTAN, Idris, "La fonte de canons à la Fonderie Impériale d'Istanbul au début du XVI^e siècle", in Paul Dumont (ed.), *Anatolia Moderna/Yeni Anadolu IX*, Libraire d'Amérique et d'Orient Adrien Maisonneuve/Institut Français d'Études Anatoliennes, Paris/Estambul, 2001, 171-182.

BOURDIEU, Pierre, *La noblesse d'État. Grandes écoles et esprit de corps*, Les Éditions de Minuit, Paris, 1989.

BOYAR, Ebru, "The Press and the Palace: the two way relationship between Abdülhamid II and the press, 1876-1908," *Bulletin of the School of Oriental and African Studies*, 69 (3, 2006), 417-432.

BRAUDEL, Fernand, *La Méditerranée et le Monde Méditerranéen à l'Époque de Philippe II*, A. Colin, Paris, 1949.

BRAUN, Hans-Joachim, "Technological Education and Technological Style in German Mechanical Engineering, 1850-1914," en Melvin Kranzberg (ed.), *Technological Education-Technological Style*, San Francisco Press, San Francisco, 1986, 33-40.

BRET, Patrice, "L'Expérience préalable de l'Empire Ottoman dans la Commission des Sciences et Arts de l'Expédition de Bonaparte en Égypte (1798-1801), en Ekmeleddin İhsanoğlu, Ahmed Djebbar y Feza Günergun, *Science, Technology and Industry in the Ottoman World*, Turnhout, Brepols, 2000, 101-114.

BRET, Patrice, "Diplomacy and Technology: Ottoman Vision of Western Technology in the Sefâretnâme Literature from Selim III.'s *Nizam-i Cedid* to Mahmud II.'s (sic) *Tanzimat* Reforms 1789-1839", *Introductory Invited Conference at the First Turkish Congress of History of Technology*, Estambul, Turquía, del 14 al 17 de Noviembre 2001. (Agradezco a Patrice Bret el haberme proporcionado la versión completa de su ponencia).

BRUNOT, André y COQUAND, Roger, *Le corps des ponts et chaussées*, CNRS, Paris, 1982.

CABRERA, Miguel Ángel, *Historia, lenguaje y teoría de la sociedad*, Cátedra, Madrid, 2001.

CALLON, Michel (ed.), *La science et les réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques*, La Découverte/UNESCO, Paris, 1989.

CALVERT, Monte A., *The Mechanical Engineer in America: Professional Cultures in Conflict*, The Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967.

CANEL, Annie; OLDENZIEL, Ruth y ZACHMANN, Karin, (eds.), *Crossing Boundaries, Building Bridges: comparing the history of women engineers, (1870s-1920s)*, Routledge, Londres/Nueva York, 2003.

CANER, Çağla y YONCACI, Pelin, “(Re)reading the Grand Ceremonial Hall of the Dolmabahçe Palace”, in Pieter François, Taina Syrjämaa and Henri Terho, *Power and Culture. New Perspectives on Spatiality in European History*, Edizioni Plus, Pisa, 2008, 45-72.

CANO PAVÓN, José Manuel Cano Pavón, *Estado, enseñanza, industrial y capital humano en la España isabelina (1833-1868). Esfuerzos y fracasos*, Imprenta Montes, Málaga, 2001.

CANO PAVÓN, José Manuel, “El informe de Agustín Monreal sobre la enseñanza industrial en España y Europa”, *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 4 (2004), 95-117.

CANO PAVÓN, José Manuel, “El Real Instituto Industrial de Madrid y las escuelas periféricas” en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e Ingeniería en España*, vol. 5, *El ochocientos, Profesiones e instituciones civiles*, Real Academia de Ingeniería/Institución 'Fernando el Católico'/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2007, 295-350.

CAÑIZARES-ESGUERRA, Jorge, *Nature, Empire and Nation: Explorations of the History of Science in the Iberian World*, Stanford University Press, Palo Alto, 2007.

CAPEL, Horacio, SÁNCHEZ, Joan Eugeni y MONCADA, Omar, *De Palas a Minerva. La formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII*, Serbal/CSIC, Barcelona/Madrid, 1988.

CAMARASA, J.M. y ROCA ROSELL, Antoni (eds.), *Ciència i tècnica als Països Catalans: Una aproximació biogràfica*, vol. 1, Fundació Catalana per a la Recerca, Barcelona, 1995.

CARDOSO de MATOS, Ana y DIOGO, Maria Paula, “A afirmação da engenharia em Portugal ao longo do século XIX”, en José Maria Brandão de Brito, Manuel Heitor y Maria Fernanda Rollo (eds.), *Engenho e obra: uma abordagem à história da engenharia no século XX*, Don Quijote, Lisboa, 2002, 24-29.

CARDOSO de MATOS, Ana; DIOGO, Maria Paula de, GOUZÉVITCH, Irina y GRELON, André (eds.), *The Quest for a Professional Identity: Engineers between Training and Action/Les enjeux identitaires des ingénieurs: entre la formation et l'action/Jogos de identidade: os engheneiros, a formação e a acção*, Colibri/CIDEHUS/CIUHCT, Lisboa, 2009.

CARR, Raymond Carr, *España 1808-1939*, Ariel, Barcelona, 1982.

CARTAÑÀ i PINÉN, Jordi, *Agronomía e Ingenieros agrónomos en la España del siglo XIX*, Serbal, Barcelona, 2005.

CARTAÑÀ i PINÉN, Jordi, “Ingeniería agronómica y modernización agrícola”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e Ingeniería en España*, *Técnica e Ingeniería en España*, vol. 5, *El ochocientos, Profesiones e instituciones civiles*, Real Academia de Ingeniería/Institución 'Fernando el Católico'/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2007, 449-505.

CASALS COSTA, Vicente, “Saber es hacer: Origen y desarrollo de la ingeniería de montes y la profesión forestal”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e Ingeniería en España*, vol. 5, *El ochocientos, Profesiones e instituciones civiles*, Real Academia de Ingeniería/Institución 'Fernando el Católico'/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2007, 395-447

CASALS COSTA, Vicente, *Los ingenieros de montes en la España contemporánea, 1848-1936*,

Ediciones del Serbal, Barcelona, 1996.

CEVDET, *Tarih*, Estambul, 1885/6.

CHABAL, Jean-Pierre y BORDES, Jean-Louis, “Puentes, 1802: la ruptura del plus grand barrage du monde, ou le double échec d’Antonio de Robles. Le rapport Betancourt”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 10 (2009), 151-167.

CHARLE, Christoph, *Les hauts fonctionnaires en France au XIXe siècle*, Collection Archives, Gallimard/Julliard, París, 1980.

CHARLE, Christoph, *Les Elites de la République, 1880-1900*, Fayard, París, 1987.

CHASTAGNERET, Gérard, “Un ejemplo de revista científica: la Revista Minera desde 1850 a 1914”, en Manuel Tuñón de Lara, Antonio Elorza y Manuel Pérez Ledesma (eds.), *Prensa y sociedad en España (1820-1936)*, Edicusa, Madrid, 1975, 223-239.

CHASTAGNERET, Gérard, *L’Espagne puissance minière dans l’Europe du XIXe siècle*, Madrid, Casa de Velázquez, Madrid, 2000.

CHATZIS, Konstantinos, “Des ingénieurs militaires au service des civils: les officiers du Génie en Grèce au XIX^e siècle”, en Konstantinos Chatzis y Efthymios Nicolaïdis (eds.) *Science, Technology and the 19th Century State: The Role of the Army*, National Hellenic Research Foundation, Atenas, 2003.

CLAVERO, Bartolomé, *Antidora, Antropología católica de la economía moderna*, Giuffrè, Milán, 1991.

COBO ROMERO, Francisco; CRUZ ARTACHO, Salvador y GONZÁLEZ de MOLINA, Manuel, “Privatización del monte y protesta social. Un aspecto desconocido del movimiento campesino andaluz (1836-1920)”, *Estudios regionales*, 32 (1992), 155-186.

COFFEY, Judith; MARTYKÁNOVÁ, Darina; PAN-MONTOJO, Juan; PEYROU, Florencia, “Law, Justice, and Public Opinion in 19th Century Liberal Europe”, en Günther Lottes, Eero Medijainen y Jon Vidar Sigurdsson (eds.), *Making, Using and Resisting the Law in European History*, Edizioni Plus, Pisa, 2008, 159-188.

COLLINS, Randal, *The Credential Society. An Historical Sociology of Education and Stratification*, Academic Press, Orlando, 1979.

COMÍN, Francisco, *Las cuentas de la hacienda preliberal en España (1800-1855)*, Banco de España, Madrid, 1990

COMÍN, Francisco (et al.), *150 años de historia de los ferrocarriles españoles*, Grupo Anaya/Fundación de los Ferrocarriles Españoles, Madrid, 1998.

CONKER, Orhan y WITMEUR, E., *Les Chemins de fer en Turquie et la politique ferroviaire turque*, Ed.Librairie du Recueil Sirey, Paris 1935.

CONNELL, Robert, *Masculinities*, Allen&Unwin, Sydney, 1995.

COSTAS COMESAÑA, Antón, “Los progresistas como motor del cambio económico”, en

- AA.VV., *Sagasta y el liberalismo español*. Fundación BBVA, Madrid, 2000, 123-135.
- CRESPO RODRÍGUEZ, Rafael, “Historia de la Ingeniería Naval Española”, en *II Centenario de las Enseñanzas de Ingeniería Naval 1772-1972*, ETSI Navales, Madrid, 1975, 13-51.
- CULLEN SALAZAR, Juan, *La familia de Agustín de Betancourt. Correspondencia íntima*, Domibari, Islas Canarias, 2008.
- ÇADIRCI, Mustafa, “Tanzimat döneminde karayolu yapımı”, *DTCF Tarih Araştırmaları Dergisi*, 15 (26, 1991), 153-167.
- ÇATMA, Erol, “Osmanlı İmparatorluğu döneminde metal ve taşkömürü madeni işletmeciliğinde iş emniyeti uygulamaları”, en *Zonguldak Kent Tarihi '05 Bienali. Bildiriler Kitabı*, ZOKEV, Zonguldak, 2006, 277-295.
- ÇELİK, Zeynep, *The Remaking of Istanbul, Portrait of an Ottoman City in the Nineteenth Century*, University of California Press, Berkeley/Los Angeles/Londres, 1984.
- DAVIE, May, *Beyrouth 1825-1975, 150 ans d'urbanisme*, Ordre de Ingénieurs de Beyrouth, Beirut, 2001.
- DAVIE, May, “Manouk Avédissian, alias Béchara afandi al-mouhandis. Itinéraire beyrouthin d'un ingénieur ottoman à la fin du XIXe siècle”, en Méropi Anastassiadou-Dumont (ed.), *Médecins et ingénieurs ottomans à l'âge des nationalismes*, Maisonneuve et Larose/Institut français d'études anatoliennes, Paris/Estambul, 2003, 219-239.
- DELANEY, Carol, *The Seed and the Soil. Gender and Cosmology in Turkish Village Society*, University of California Press, Berkeley, 1991.
- DEMİR, Tanju, *Türkiye'de Posta Telgraf ve Telefon Teşkilatının Tarihsel Gelişimi (1840-1920)*, PTT Genel Müdürlüğü, Ankara, 2005.
- DEMİREL, Fatmagül, *II.Abdülhamid Döneminde Sansür*, Bağlam Yayıncılık, İstanbul, 2007.
- Deniz Harp Okulu Tarihçesi*, (edición preparada por Kenan Sayacı), İstanbul Deniz Müzesi Müdürlüğü, Estambul, undated.
- DERINGİL, Selim, *The Well-Protected Domain, Ideology and the Legitimation of Power in the Ottoman Empire, 1876-1909*, I.B.Tauris, Londres/Nueva York, 1998.
- DEVEREUX, Robert, *The First Ottoman Constitutional Period*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1963.
- DHOMBRES, Jean y DHOMBRES, Nicole, *Naissance d'un pouvoir. Sciences et savants en France (1793-1824)*, Payot, París, 1989.
- DHOMBRES, Jean, “Scientific Motivation for and Mood from the Experience of the Egyptian Expedition”, en Ekmeleddin Ihsanoğlu, Ahmed Djebbar y Feza Günergün (eds.), *Science, Technology and Industry in the Ottoman World*, Turnhout, Brepols, 2000, 91-99.
- DIOGO, María Paula y CARDOSO DE MATOS, Ana, “Being an Engineer in the European

- Periphery: Three Case Studies of Portuguese Engineering”, *History of Technology*, 27, (2006), 125-146.
- DİNÇER, Celal, “Osmanlı Vezirlerinen Hasan Fehmi Paşa'nın Anadolu'nun Bayındırlık İşlerine Dair Hazırladığı Layıha”, *Belgeler*, vol. 5-8, 9-12 (1968-1971), Türk Tarih Kurumu, Ankara, 153-233.
- DONALDSON, Mike, “What is Hegemonic Masculinity?”, *Theory and Society*, 22 (4, 1993), 643-657.
- DOUGLAS, Mary, *Cómo piensan las instituciones*, Madrid, Alianza, Madrid, 1996.
- DOWNEY, Garry Lee, “Low Cost, Mass Use: American Engineers and the Metrics of Progress”, *History and Technology*, 23 (3, 2007), 289-308.
- DÖLEN, Emre, “Cumhuriyet'in Onuncu Yılında Kurulmuş Olan İstanbul Üniversitesi ile Yüksek Ziraat Enstitüsü'nün Kuruluşlarının ve Akademik Yapıların Karşılaştırılması”, en *Bilanço 1923-1998, Türkiye Cumhuriyeti'nin 75 Yılına Toplu Bakış*, Tarih Vakfı, Estambul, 1999, 239-245.
- DÖLEN, Emre, “Zonguldak Maden Mühendis Mekteb-i Âlisi (1924-1931)”, en *Zonguldak Kent Tarihi '05 Bienali. Bildiriler Kitabı*, ZOKEV, Zonguldak, 2006, 21-31.
- DREYFUS, Françoise, *L'invention de la bureaucratie. Servir l'État en France, en Grande-Bretagne et aux États-Unis (XVIIIe-Xxe)*, Éditions la Découverte, Paris, 2000.
- EDGERTON, David, “From innovation to use: Ten (eclectic) theses on the history of technology”, *History and Technology*, 16 (1999), 1-26.
- EDGERTON, David, “Creole technologies and global histories: Rethinking how things travel in space and time”, *History of Science and Technology*, 1 (2007), 73-110.
- EFMERTOVÁ, Marcela, “L'évolution de l'enseignement technique tchèque aux XVIIIe et XXe siècles”, *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 3 (1999), 30-54.
- ELDEM, Edhem et al (eds.), *The Ottoman City between East and West: Aleppo, Izmir, Istanbul*, Cambridge University Press, Cambridge, 1999.
- ELENA, Alberto, “Models of European Scientific Expansion: The Ottoman Empire as a Source of Evidence”, en Patrick Petitjean, Catherine Jami y Anne Marie Moulin, *Science and Empires. Historical Studies about Scientific Development and European Expansion*, Kluwer, Dordrecht/Boston/Londres, 1992, 259-267.
- ELIAS, Norbert, *Sociología fundamental*, Gedisa, Barcelona, 1975.
- ELIAS, Norbert, *The History of Manners. The Civilizing Process I*, Pantheon Books, Nueva York, 1978.
- ELORZA, Antonio, *Prensa y sociedad en España (1820-1836)*, Edicusa, Madrid, 1975.
- ELSTER, Jon, *A General Theory of Backwardness*, University of Oslo, Oslo, 1980.

- ENRICH, Roser et al. (eds.), *Tècnica i Societat en el Món Contemporani*, Museu d'Història de Sabadell, Sabadell, 1994.
- ERASLAN, İsmail, *Türkiye'de Ormancılık Eğitim ve Öğretim Kurumlarının Tarihsel Gelişimi*, Matbaa Teknisyenlerin Basımevi, Estambul, 1989.
- ERGİNBAŞ, Vefa, *Forerunner of the Ottoman Enlightenment: Ibrahim Müteferrika and his Intellectual Landscape*, tesis del máster, Universidad de Sabanci, 2005.
<http://digital.sabanciuniv.edu/tezler/etezfulltext/erginbasv.pdf>
- ESCUDERO, Antonio, *Minería e industrialización de Vizcaya*, Crítica/Universidad de Alicante, Alicante, 1998.
- EXERTZOGLOU, Haris Exertzoglu, "'Tradition' and the East /West Discourse in the Late Ottoman Empire," en Anna Frangoudaki y Çağlar Keyder (eds.), *Ways to Modernity. Greece and Turkey. Encounters with Europe*, I.B.Tauris, Londres/Nueva York, 2007, 43-59.
- FAROQHI, Suraiya, *Subjects of the Sultan: Culture and Daily Life in the Ottoman Empire*, I.B.Tauris, Londres, 2005.
- FERNÁNDEZ ALBADALEJO, Pablo, "La Monarquía de los Borbones" en *Carlos III y la Ilustración*, Ministerio de Cultura, Madrid, 1989, 1-89.
- FERNÁNDEZ ALBADALEJO, Pablo, "Monarquía ilustrada y haciendas locales en la segunda mitad del siglo XVIII" en Miguel Artola y Luis María Bilbao (eds.), *Estudios de hacienda: de Ensenada a Mon*, Instituto de Estudios Fiscales, Madrid, 1984, 157-173.
- FERNÁNDEZ SEBASTIÁN, Javier, *Diccionario político y social del siglo XIX español*, Alianza, Madrid, 2002.
- FONTANA Josep, *Europa ante el espejo*, Crítica, Barcelona, 2000.
- "Forchheimer Phillipp", en *Österreichisches Biographisches Lexikon 1815-1950*, vol.1, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Vienna, 1957, 336.
- FINDLEY, Carter V., *Bureaucratic Reform in the Ottoman Empire. The Sublime Porte, 1789-1922*, Princeton University Press, Princeton, 1980.
- FINDLEY, Carter V., *Ottoman Civil Officialdom: A Social History*, Princeton University Press, Princeton, 1989.
- FINDLEY, Carter V., "Continuity, Synthesis, Innovation, and the State", en Kemal H. Karpat (ed.), *Ottoman Past and Today's Turkey*, Brill, Leiden/Boston/Colonia, 2000, 29-46.
- FINDLEY, Carter V., "A Quixotic Author and his Great Taxonomy: Mouradgea d'Ohsson and his *Tableau général de l'Empire ottoman*", *19th International Congress of Historical Sciences Conference*, Oslo, Norway, del 6 al 13 de agosto 2000.
<http://www.oslo2000.uio.no/program/papers/mlb/mlb-findley.pdf>.
- FLAQUER MONTEQUI, Rafael, "Ciudadanía civil y ciudadanía política en el siglo XIX. El sufragio" en Manuel Pérez Ledesma (ed.), *De súbditos a ciudadanos: una historia de la ciudadanía*

en España, Madrid, Centro de estudios políticos y constitucionales, 2007, 59-102.

FOUCAULT, Michel, *La arqueología del saber*, Siglo XXI, México, 1983.

FOUCAULT, Michel, "Governmentality" en Graham Burchell, Colin Gordon and Peter Miller (ed.), *The Foucault Effect: Studies in Governmentality*, Univeristy of Chicago Press, Chicago, 1991, 87-104.

FORNIELES ALCÁRAZ, Javier, *Trayectoria de un intelectual de la Restauración: José Echegaray*, Publicaciones de Cajalmería, Almería, 1989.

FOX, Robert y GUAGNINI Anna (eds.), *Education, Technology and Industrial Performance in Europe, 1850-1939*, Cambridge University Press/Éditions de la Maison des Science de l'Homme, Cambridge/París, 1993.

FOX, Robert, "Les regards étrangers sur l'École Polytechnique: 1794-1850", en Bruno Belhoste, Amy Dahan-Dalmedico, Dominique Pestre y Antoine Picon, *La France el X: deux siècles d'histoire*, Economica, París, 1995, 63-74.

FRADERA, Josep M., *Colonias para después de un imperio*, Bellaterra, Barcelona, 2005.

FRAX ROSALES, Esperanza, "Las leyes de bases de obras públicas en el siglo XIX", *Revista de estudios políticos*, 93 (1996), 513-528.

FRIEDSON, Eliot, *Professional Powers. A Study of the Institutionalization of Formal Knowledge*, The University of Chicago Press, Chicago/Londres, 1986

GALÁN-NIETO, Agustí, "Maquinismo y revolución inustrial en España, en clave tecnológica: transferencias y apropiaciones", en Antonio Lafuente, Ana María Cardoso y Tiago Saraiva (eds.), *Maquinismo ibérico*, Doce Calles, Aranjuez, 2007, 315-329.

GARCÍA ENTERRIA, Eduardo, *La Administración española*, Instituto de Estudios Políticos, Madrid, 1964.

GARCÍA GARCÍA, Carmen, "El reformismo borbónico y la fiscalidad local", *Quaderni Fiorentini per la storia del pensiero giuridico moderno*, 26 (1997), 55-84.

GARMA, Santiago, "Cultura matemática en la España de los siglos XVIII y XIX" en José Manuel Sánchez Ron (ed.), *Ciencia y sociedad en España: de la Ilustración a la Guerra Civil*, CSIC, Madrid, 1988, 93-127.

GARMA, Santiago, *Jose Chaix i el progres matemàtic a principis del segle XIX*, Consell Valencià de Cultura, Valencia, 1994

GARRABOU, Ramón, *Enginyers industrials, modernització econòmica i burgesia a Catalunya (1850 – inicis del segle XX)*, L'Avenç/Collegi d'Enginyers Industrials, Barcelona, 1982.

GARRIDO GONZÁLEZ, Luis, *Prensa económica (1800-1939). Aproximación para una guía de la prensa económica de España*, Cámara oficial de comercio e industria de Jaén, Jaén, 1993.

GAVROGLU, Kostas; PATINIOTIS, Manolis, PAPANELOPOULOU, Faidra; SIMOES, Ana;

CARNEIRO, Ana; DIOGO, Maria Paula; BERTOMEU SÁNCHEZ, José Ramón; GARCÍA BELMAR, Antonio y NIETO-GALÁN, Agustí, “Science and Technology in the European Periphery: Some Historiographical Reflections”, *History of Science*, 46 (2008), 153- 175.

GENCER, Ali Ihsan, *Bahriye'de Yapılan Islahat Hareketleri ve Bahriye Nezareti'nin Kuruluşu (1789/1867)*, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara, 2001.

GENCER, Mustafa, *Jöntürk Modernizmi ve “Alman Ruhü”, 1908-1918 Dönemi Türk-Alman İlişkileri ve Eğitim*, İletişim yayınları, Estambul, 2003.

GENÇ, Mehmet, “State and the Economy in the Age of Reforms: Continuity and Change”, en Kemal H. Karpat (ed.), *Ottoman Past and Today's Turkey*, Brill, Leiden, 2000, 180-187.

GEORGEON, François, *Abdülhamid II, Le sultan calife (1876-1909)*, Fayard, París, 2003.

GEORGIADOU, Maria, “Expert knowledge between tradition and reform. The Carathéodorys: a Neo-Phanariot Family in the 19th Century Constantinople”, en Méropi Anastassiadou-Dumont (ed.), *Médecins et ingénieurs ottomans à l'âge des nationalismes*, Maisonneuve et Larose/Institut français d'études anatoliennes, París/Estambul, 2003, 243-294.

GISPEN, Kees, *New Profession, Old Order: Engineers and German Society, 1815-1914*, University Press, Cambridge, 1989.

GÓMEZ MENDOZA, Antonio, *Ferrocarril, industria y mercado en la modernización*, Espasa Calpe, Madrid, 1989.

GÓMEZ MENDOZA, Josefina, *Ciencia y política de los montes españoles (1848-1936)*, Icona, Madrid, 1992.

GÓMEZ MENDOZA, Josefina, “Los ingenieros de caminos y de montes y su intervención en el paisaje”, en Joan F. Mateu Bellés y Manuel Nieto Salvatierra (ed.), *Retorno al paisaje*, Evren, Valencia/Madrid, 2008, 478-539.

GONZÁLEZ TASCÓN, Ignacio, *Betancourt. Los inicios de la ingeniería moderna en Europa*, Departamento de Publicaciones del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y medio Ambiente, Madrid, 1996.

GOODMAN, Richard E., *Karl Terzaghi, The Engineer as Artist*, ASCE Press, 1999.

GORCEIX Septime, *Bonneval Pacha, Pacha à Trois Queues, Une Vie d'Aventures au XVIIIe Siècle*, Plon, París, 1953.

GOURGOURIS, Stathis, *Dream Nation. Enlightenment, Colonization, and the Institution of Modern Greece*, Stanford University Press, Stanford, 1996.

GOUZÉVITCH, Dmitri y GOUZÉVITCH, Irina, “Les corps d'ingénieurs comme forme d'organisation professionnelle en Russe : Genèse, évolution, spécificité : XVIII^e et XIX^e siècles”, *Cahiers du monde russe*, 41(4, 2000), 569-614.

GOUZÉVITCH, Dmitri, “Agustin Betancourt (1758-1824) entre l'Espagne, la France et la Russie: une axe de transfert technico-scientifique au XIXe siècle” en Pedro Bádenas y Fermín del Pino

- (eds.), *Frontera y comunicación cultural entre España y Rusia*, Iberoamericana/Vervuert, Madrid/Frankfurt, 2006, 145-163.
- GOUZÉVITCH, Irina, “L’institut des ingénieurs des Vois de communication de Saint-Petersburg: des modèles étrangers à l’école nationale (1809-1836)”, en Irina Gouzévitch, André Grelon y Anousheh Karvar (eds.), *La formation des ingénieurs en perspective. Modèles de référence et réseaux e médiation (XVIIIe-XXe siècles)*, Presses Universitaires de Rennes, Rennes, 2004, 127-139.
- GOUZÉVITCH, Irina y VÉRIN, Hélène, “Sobre la institución y el desarrollo de la ingeniería: una perspectiva europea”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en España*, vol. 3, *El Siglo de las Luces. De la industria al ámbito agroforestal*, Real Academia de Ingeniería/Institución “Fernando el Católico”/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2005, 115-163.
- GOUZÉVITCH, Irina e INKSTER, Ian, “Introduction: Identifying Engineers in History”, *History of Technology*, 27 (2006), 101-106.
- GOUZÉVITCH, Irina, “Un siècle de politiques technico-scientifiques en Espagne et en Russie: un essai de mise en parallèle” en Pedro Bádenas y Fermín el Pino (eds.), *Frontera y comunicación cultural entre España y Rusia*, Iberoamericana/Vervuert, Madrid/Frankfurt, 2006, 99-117.
- GOUZÉVITCH, Irina y GOUZÉVITCH, Dmitri, “El Grand tour de los ingenieros y la aventura internacional de la máquina de vapor de Watt: un ensayo de comparación entre España y Rusia”, en Antonio Lafuente, Ana Cardoso de Matos y Tiago Saraiva (eds.), *Maquinismo ibérico*, Doce Calles, Aranjuez, 2007, 147-190.
- GOUZÉVITCH, Irina, “Le cabinet des machines de Betancourt: à l’origine d’une culture technique de l’ingénieur des Lumières”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 10 (2009), 85-118
- GOUZÉVITCH, Maxime, “Aux sources de la thermodynamique ou la loi de Prony/Betancourt”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 10 (2009), 119-147.
- GOWAN, Bruce, “A perspective of the eighteenth century”, Halil Inalcık y Donald Quataert (eds.), *An Economic and Social History of the Ottoman Empire*, vol.2, 1600-1914, Cambridge University Press, Cambridge, 1997, 639-645.
- GÖÇEK, Fatma Müge, *Rise of Bourgeoisie, Demise of Empire: Ottoman Westernization and Social Change*, Oxford University Press, Nueva York/Oxford, 1996.
- GÖK, Hayrullah, *Arşiv Belgelerinin Işığında Kara Harp Okulu Tarihi*, Hacettepe Üniversitesi Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi Enstitüsü, Ankara, 2005.
- GÖRELI, İsmail Hakkı, *İl idaresi*, Ankara Üniversitesi Siyasi Bilgiler Fakültesi, Ankara, 1952.
- GRANT, Jonathan, “Rethinking the Ottoman “Decline”: Military Technology Diffusion in the Ottoman Empire, Fifteenth to Eighteenth Centuries”, *Journal of World History*, 10 (1, 1999), 179-201.
- GRANT, Jonathan, “The Sword of the Sultan: Ottoman Arms Imports, 1854-1914”, *The Journal of Military History*, 66 (2002), 9-36 .
- GRELON, André, “Les ingénieurs du Maghreb et du Moyen-Orient: vue d’Europe”, en Elisabeth

Longuenesse (ed.), *Bâtisseurs et Bureaucrats. Ingénieurs et Société au Maghreb et au Moyen Orient*, Maison d'Orient Méditerranéen, Lyon, 1990, 29-44.

GRELON, André, "Le poids de l'histoire : l'héritage de l'ingénieur contemporain" en Caroline Lanciano, Marc Maurice, Jean-Jacques Sylvestre y Hiroatsu Nohara (eds.), *Acteurs de l'innovation et l'entreprise. France, Europe, Japon*, L'Harmattan, Coll. Dynamis, Paris, 1998, 201-216.

GRELON, André, "Les ingénieurs, la culture technique et l'éthique: une évolution historique", *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 3 (1999), 83-100.

GRELON, André, "Emergence and growth of the engineering profession in Europe in the 19th and early 20th centuries", Philippe Goujon y Bertrand Hériard-Dubreuil (eds.), *Technology and ethics. A European quest for responsible engineering*, Peeters, Leuven, 2001, 75-79.

GRELON, André, "Du bon usage du modèle étranger: la mise en place de l'École centrale des Arts et manufactures", en Irina Gouzévitch, André Grelon y Anousheh Karvar, *La formation des ingénieurs en perspective. Modèles de référence et réseaux e médiation (XVIIIe-XXe siècles)*, Presses Universitaires de Rennes, Rennes, 2004, 17-21.

GRELON, André, "French Engineers: Between Unity and Heterogeneity", *History of Technology*, 27 (2006), 107-124.

GRELON, André y GOUZÉVITCH, Irina, "Reflexión sobre el ingeniero europeo en el siglo XIX: retos, problemáticas e historiografías", en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en España*, vol. 4, *El ochocientos: pensamiento, profesiones y sociedad*, Real Academia de Ingeniería/Institución 'Fernando el Católico'/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2007, 269-321.

GROC, Gérard, "Le premiers contacts de l'Empire ottoman avec le message de la Révolution française", *Cahiers d'études sur la Méditerranée orientale et le monde Turco-iranien*, 12 (1991), 21-46.

GROSRICHARD, Alain, *Structure du sérail: La Fiction du despotisme asiatique dans l'Occident classique*, Seuil, Paris, 1978.

GUAGNINI, Anna, "The Fashioning of Higher Technical Education: The Case of Manchester, 1851-1914", in Howard Gospel (ed.), *Industrial Training and Technological Innovation: A Comparative and Historical Study*, Routledge, Londres, 1991, 69-92.

GUBOGLU, Mihail P., "Osmanlı İmparatorluğu'nda Karadeniz-Tuna Kanalı Projeleri (1836-1876) ve Boğazköy-Köstence Arasında İlk Demiryolu İnşası (1855-1860)", en Ekmeleddin İhsanoğlu y Mustafa Kaçar (eds.), *Çağını Yakalayan Osmanlı!*, İRCICA, Estambul, 1995, 217-247.

GUEREÑA, Jean-Louis, "La formación técnica en la primera mitad del siglo XIX. El Conservatorio de Artes", en G. Ossenbach y M. de Puelles (eds.), *La Revolución francesa y su influencia en la educación en España*, UNED, Madrid, 1990, 223-255.

GUERRA, François-Xavier, *Modernidad e Independencia. Ensayos sobre las revoluciones hispánicas*, MAPFRE/FCE, Madrid/México, 1993.

GÜLERYÜZ, Ahmet y LANGENSIEPEN, Bernd, *The Ottoman Steam Navy (1828-1926)*, (trad. y ed. James Cooper), Naval Institute Press, Annapolis, 1995.

GÜLSOY, Ufuk, *Hicaz Demiryolu*, Eren, Estambul, 1994.

GÜNERGUN, Feza, “Derviş Mehmed Emin pacha (1817-1879), serviteur de la science et de l’État ottoman”, en Méropi Anastassiadou-Dumont (ed.), *Médecins et ingénieurs ottomans à l’age des nationalismes*, Maisonneuve et Larose/Institut français d’études anatoliennes, París/Estambul, 2003, 171-183.

GÜNERGUN, Feza, “Deneylerle elektriği tanıtan bir Türkçe eser: Yahya Naci Efendi’nin *Risale-i Seyyale-i Berkiyye’si*”, *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, 9 (1-2, 2007-2008), 19-50.

GÜNERGUN, Feza, “Osmanlı mühendis ve mimarları arasında ilk cemiyetleşme teşebbüsleri”, en Cüneyd Okay, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Belgeleriyle*, TMMOB, Ankara, 2008, 41-73.

GÜNERGUN, Feza, “Trained in Europe to serve the State: Preliminary remarks on Ottoman engineers of the 19th century”, ponencia presentada en el *XXIII Congreso internacional de la Historia de la ciencia y tecnología*, 28 de julio - 2 de agosto 2009, Budapest, Hungría (Agradezco a Feza Günergun el haberme proporcionado la versión escrita de su ponencia).

GÜNERGUN, Feza, “The Ottoman ambassador's curiosity coffer: eclipse prediction with De La Hire’s ‘machine’ crafted by Bion of Paris”, en Feza Günergun y Dhruv Raina (eds.), *Science between Europe and Asia*, Springer, Leiden, 2011. (en prensa)

GÜRAN, Tevfik (ed.), *Osmanlı Malî İstatistikleri. Bütçeler, 1841-1918*, Tarihi İstatistikler Dizisi, vol.7, T.C Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara, 2003.

HEADRICKS, Daniel R., *The Tools of Empire: Technology and European Imperialism in the Nineteenth Century*, Oxford University Press, Oxford, 1981.

HEADRICKS, Daniel R., *The Tentacles of Progress: Technology Transfer in the Age of Imperialism, 1850-1940*, Oxford University Press, Oxford, 1988.

HABERMAS, Jürgen, *The Structural Transformation of the Public Sphere: An Inquiry into a Category of Bourgeois Society*, The MIT Press, Cambridge, 1991.

HANİOĞLU, M. Şükrü, *The Young Turks in Opposition*, Oxford University Press, Oxford, 1995.

HANSEN, Jens; PHILIPP, Thomas y WEBER, Stefan, *The Empire in the City: Arab Provincial Capitals in the Late Ottoman Empire*, Orient-Institut der Deutschen Morgenländischer Gesellschaft, Beirut, 2002.

HENSEL, Susann, “Die Auseinandersetzungen um die mathematische Ausbildung der Ingenieure an den Technischen Hochschulen in Deutschland Ende des 19. Jahrhunderts”, en Susann Hensel, Karl-Norbert Ihmig y Michael Otte (eds.), *Mathematik und Technik im 19. Jahrhundert in Deutschland*, Vanderhoeck und Ruprecht, Göttingen, 1989, 1-111.

HARWOOD, Jonathan, “Engineering Education between Science and Practice: Rethinking the Historiography”, *History and Technology*, 22, (1, 2006), 53-79.

HERRERO FERNÁNDEZ-QUESADA, María Dolores Herrero, *La enseñanza militar ilustrada. El Real Colegio de Artillería de Segovia*, Segovia, Academia de Artillería de Segovia, 1990.

HESPANHA, Antonio Manuel, *La gracia del derecho: economía de la cultura en la Edad Moderna*, Centro de estudios constitucionales, Madrid, 1993

HITZEL, Frédéric, “Les écoles de mathématiques turques et l’aide française (1775-1798)” en Daniel Panzac (ed.), *Histoire économique et sociale de l’Empire Ottoman et de la Turquie (1326-1960)*, Peeters, Paris, 1995, 813-825.

HITZEL, Frédéric, “Les échos de la Révolution française à Istanbul”, *La Révolution française en Alsace*, 7 (1995), 145-155.

HITZEL, Frédéric, “L’introduction de techniques occidentales et la naissance des premiers ingénieurs turcs,” en Irina Gouzévitch, André Grelon and Anousheh Karvar (eds.), *La formation des ingénieurs en perspective. Modèles de référence et réseaux de médiation (XVIIIe-XXe siècles)*, Presses Universitaires de Rennes, Rennes, 2004, 83-93.

HOBBSAWM, Eric, *The Age of Revolution: Europe 1798-1848*, Weidenfeld and Nicolson, Londres, 1962.

HOBBSAWM, Eric, *The Age of Capital 1848-1875*, Charles’s Scribner’s Sons, Nueva York, 1975; *The Age of Empire: 1875-1914*, Pantheon Books, Nueva York, 1987.

HOFFMANN, Leon-François, *Romantique Espagne – L’image de l’Espagne en France entre 1800 et 1850*, University of Princeton Press, Princeton N.J., 1961.

HORMIGÓN, M., “Las matemáticas en España en el primer tercio del siglo XX” en José Manuel Sánchez Ron (ed.), *Ciencia y sociedad en España: de la Ilustración a la Guerra Civil*, CSIC, Madrid, 1988, 253-282.

HUNT, Lynn, *The Family Romance of the French Revolution*, University of California Press, Berkeley, 1992.

HUNTER, F. Robert, *Egypt Under the Khedives, 1805-1879: From Household Government to Modern Bureaucracy*, University of Pittsburg Press, Pittsburg, 1984.

IFVERSEN, Jan, “Text, Discourse, Concept: Approaches to Textual Analysis”, *KONTUR*, 7 (2003), 60-69.

İHSANOĞLU, Ekmeleddin, “19. Asrın Başlarında -Tanzimat Öncesi- Kültür ve Eğitim Hayatı ve Beşiktaş Cemiyet-i İlmiyesi Olarak Bilinen Ulema Grubunun Buradaki Yeri”, in Ekmeleddin İhsanoğlu (ed.), *Osmanlı İlmi ve Meslekî Cemiyetleri*, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Basımevi, Estambul, 1987, 43-74.

İHSANOĞLU, Ekmeleddin, “Cemiyet-i İlmiye-i Osmaniye’nin Kuruluşu ve Faaliyetleri”, en Ekmeleddin İhsanoğlu (ed.), *Osmanlı İlmi ve Mesleki Cemiyetleri*, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi & IRCICA, Estambul, 1987, 197-220.

İHSANOĞLU, Ekmeleddin, “Cemiyet-i İlmiye ve Mecmua-ı Ulûm” en Ekmeleddin İhsanoğlu (ed.), *Osmanlı İlmi ve Mesleki Cemiyetleri*, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi & IRCICA, Estambul, 1987, 221-245.

İHSANOĞLU, Ekmeleddin, *Başıhoca İshak Efendi. Türkiye’de modern bilimin öncüsü*, Kültür

Bakanlığı Yayınları, Ankara, 1989.

İHSANOĞLU, Ekmeleddin y KAÇAR, Mustafa (eds.), *Çağını Yakalayan Osmanlı!*, İRCICA, Estambul, 1995.

İHSANOĞLU, Ekmeleddin, “Osmanlı İmparatorluğu’nun Teknoloji Çağını Yakalama Hayretleri”, en Ekmeleddin İhsanoğlu y Mustafa Kaçar (eds.), *Çağını Yakalayan Osmanlı!*, İRCICA, Estambul, 1995, VII-XVI.

İHSANOĞLU, Ekmeleddin, “Osmanlı havacılığına genel bir bakış”, en Ekmeleddin İhsanoğlu y Mustafa Kaçar (eds.), *Çağını Yakalayan Osmanlı!*, İRCICA, Estambul, 1995, 497-596.

İHSANOĞLU, Ekmeleddin, DJEBBAR, Ahmed y GÜNERGUN, Feza (eds.), *Science, Technology and Industry in the Ottoman World*, Brepols, Turnhout, 2000.

İHSANOĞLU, Ekmeleddin, “The Genesis of 'Darülfünun'. An Overview of Attempts to Establish the First Ottoman University”, en Daniel Panzac (ed.), *Histoire économique et sociale de l'Empire Ottoman et de la Turquie (1326-1960)*, Peeters, Paris, 1995, 827-842.

İNALCIK, Halil y QUATAERT, Donald (eds.), *An Economic and Social History of the Ottoman Empire*, vol. 2, 1600-1914, Cambridge University Press, Cambridge, 1997.

INKSTER, Ian, *Science and Technology in History. An Approach to Industrial Development*, Macmillan Education, Londres, 1991.

INKSTER, Ian, “Technology in Worl History: Cultures of Constraint and Innovation, Emulation and Technology Transfers”, *Comparative Technology Transfer and Society*, 5 (2, 2007), 108-127.

ISSAWI, Charles, *The Economic History of Turkey, 1800-1904*, University of Chicago Press, Chicago, 1980.

ISSAWI, Charles, *An Economic History of the Middle East an North Africa*, Columbia University Press, Nueva York, 1982.

IŞIL, Yeşim, *Bir Aydınlanma Hareketi Olarak Mecmua-ı Fünûn*, tesis del máster sin publicar, Departamento de la Administración Pública, Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Estambul, Estambul, 1986.

JACOBSON, Stephen y MORENO LUZÓN, Javier, “The Political System of the Restoration, 1875-1914: Political and Social Elites,” en Adrian Shubert and José Álvarez Junco (eds.), *Spanish History since 1808*, Oxford University Press, Nueva York, 2000, 93-109.

JACOBSON, Stephen, *Catalonia 's Advocates: Lawyers, Society, and Politics in Barcelona, 1759-1900*, University of North Carolina Press, Chapel Hill, 2009.

JAGOE, Catherine, BLANCO, Alda y ENRÍQUEZ DE SALAMANCA, Cristina, *La mujer en los discursos de género. Textos y contextos en el siglo XIX*, Icaria Barcelona, 1998.

JAMGOCYAN, Onnick, “La Révolution française vue et vécue à Constantinople (1789-1795)”, *Annales historiques de la Révolution française*, 282 (1990), 462-469.

- JONES, Peter, “‘Commerce des Lumières’: The International Trade in Technology, 1763-1815”, *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 10 (2009), 67-82.
- JOUANNA, Arlette, *Ordre social, Mythes et hiérarchies dans la France du XVIe siècle*, Hachette, París, 1977.
- JOVER ZAMORA, José María, *Política, democracia y humanismo popular en la España del siglo XIX*, Ediciones Turner, Madrid, 1976.
- JOVER ZAMORA, José María, “La época de la Restauración. Panorama político-social, 1875-1902”, en M. Tuñón de Lara (ed.), *Historia de España*, vol.VIII, *Revolución burguesa, oligarquía y constitucionalismo (1834-1923)*, Labor, Madrid, 1985, 269-406.
- KABBANI, Rana, *Europe's Myths of Orient*, Indiana University Press, Bloomington, 1986.
- KAÇAR, Mustafa, ‘Osmanlı Telgraf İşletmesi’, en Ekmeleddin İhsanoğlu y Mustafa Kaçar (eds.), *Çağını Yakalayan Osmanlı!*, İRCICA, Estambul, 1995, 45-120.
- KAÇAR, Mustafa, *Osmanlı Devleti'nde Bilim ve Eğitim Anlayışındaki Değişmeler ve Mühendishanelerin Kuruluşu*, tesis doctoral sin publicar, Universidad de Estambul, Estambul, 1996.
- KAÇAR, Mustafa, “The Development in the Attitude of the Ottoman State Towards Science and Education and the Establishment of the Engineering Schools (*Mühendishanes*)”, en Ekmeleddin İhsanoğlu, Ahmed Djebbar y Feza Günergun (eds.), *Science, Technology and Industry in the Ottoman World*, Brepols, Turnhout, 2000, 81-90.
- KAÇAR, Mustafa, “İlk Osmanlı Mühendisleri”, en Zeynep Tarım Ertuğ (ed.), *Prof. Dr. Mübahat Küçükoglu'na Armağan*, İstanbul Üniversitesi, Estambul, 2006, 495-510.
- KADIOĞLU, Sevtap, “Halkalı Ziraat Mekteb-i Âlisi Mecmuası üzerine bir inceleme”, *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, 4 (1, 2002), 99-118.
- KADIOĞLU, Sevtap, “Ziraat ve Sinaat Tercüme-i Fünun Odaları Mecmuası üzerine bir inceleme “, *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, 5 (2, 2004), 39-60.
- KADIOĞLU, Sevtap, “Shemseddin Sami's Treatise of Astronomy *Gök* (Sky): An Effort in the Way of Formation of the Turkish Scientific Language”, ponencia presentada en el *XXIII Congreso internacional de la Historia de la ciencia y tecnología*, 28 de julio - 2 de agosto 2009, Budapest, Hungría.
- KARA, İsmail, “Les notions de 'science' (ulûm, fûnûn) et d'art' (san'at) à l'âge des Réformes ottomanes”, en Ekmeleddin İhsanoğlu, Ahmed Djebbar y Feza Günergun (eds.), *Science, Technology and Industry in the Ottoman World*, Turnhout, Brepols, 2000, 31-47.
- KARAHASAN, Ömer, *Türkiye Sendikacılık Hareketi İçinde Zonguldak Maden İşçileri ve Sendikası*, Zonguldak Maden İşçileri Sendikası Matbaası, Zonguldak, 1978.
- KARAL, Enver Ziya, *Osmanlı Tarihi*, v.5, *Nizam-ı Cedid ve Tanzimat Devirleri*, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara, 1947.
- KARKAR, Yakub N., *Railway Development in the Ottoman Empire 1856–1914*, Vantage Press,

Nueva York, 1972.

KARPAT, Kemal H. (ed.), *Ottoman Past and Today's Turkey*, Breill, Leiden/Boston/Colonia, 2000.

KARVAR, Anousheh, “Modernisation étatique et formation des ingénieurs militaires: la Roumanie, le Japon et la Perse au XIXe siècle”, en Irina Gouzévitch, André Grelon y Anousheh Karvar (eds.), *La formation des ingénieurs en perspective. Modèles de référence et réseaux de médiation (XVIIIe-XXe siècles)*, Presses Universitaires de Rennes, Rennes, 2004, 73-82.

KASABA, Reşat, *The Ottoman Empire and the World Economy: the Nineteenth Century*, SUNY, Albany, 1988.

KAYAOĞLU, Turan, *Legal Imperialism: Sovereignty and Extraterritoriality in Japan, the Ottoman Empire and China*, Cambridge University Press, Cambridge, 2010.

KAZAZIAN, Anne, “Meguerditch Margossof (Trieste 1840-Le Caire 1919). Un notable arménien d’Égypte presque ordinaire”, en Méropi Anastassiadou-Dumont (ed.), *Médecins et ingénieurs ottomans à l’âge des nationalismes*, Maisonneuve et Larose/Institut français d’études anatoliennes, Paris/Estambul, 2003, 207-217.

KHAIRALLAH, Shereen, *Railways in the Middle East 1856–1948. Political and Economic Background*, Librairie du Liban, Beirut, 1991.

KIESER, Hans-Lukas, “Turkey’s élite diaspora in Switzerland. (1860’s-1920’s)”, en Anastassiadou-Dumont, Méropi (ed.), *Médecins et ingenieurs ottomans à l’âge des nationalismes*, Maisonneuve et Larose/Institut français d’études anatoliennes, Paris/Estambul, 2003, 349-382.

KIMMEL, Michael, “Masculinidades globales: restauración y resistencia”, *Masculinidades globales: restauración y resistencia*, en Carolina Sánchez-Palencia y J. C. Hidalgo (eds.), *Masculino Plural: construcciones de la masculinidad*, Universitat de Lleida, Lleida, 2001, 47-75.

KLINE, Ronald, “Science and engineering theory in the invention an development of the induction motor, 1880-1900”, *Technology and Culture*, 28 (2, 1987), 283-313.

KOÇ, Bekir, “1870 Orman Nizamnâmesi'nin Osmanlı Ormancılığına Üzerine Bazı Notlar”, *Tarih Araştırmaları Dergisi*, 37 (2005), 231-257.

KOLOĞLU, Orhan, “Hicaz Demiryolu: Amacı, Finansmanı, Sonucu”, en Ekmeleddin İhsanoğlu y Mustafa Kaçar (eds.), *Çağını Yakalayan Osmanlı!*, İRCICA, Estambul, 1995, 289-334.

KOLOĞLU, Orhan, “Yeni Haberleşme ve Ulaşım Tekniklerinin Osmanlı Tomplumunu Etkileyişi”, en Ekmeleddin İhsanoğlu y Mustafa Kaçar (eds.), *Çağını Yakalayan Osmanlı!*, İRCICA, Estambul, 1995, 597-608.

KOSELLECK, Reinhart, “Über die Theoriebedürftigkeit der Geschichtswissenschaft”, en Werner Conze (ed.), *Theorie der Geschichtswissenschaft und Praxis des Geschichtsunterrichts*, Klett Cotta, Stuttgart, 1972, 10-28.

KOSELLECK, Reinhart, *Futuro pasado. Para una semántica de los tiempos históricos*, Paidós, Barcelona, 1993.

- KOSELLECK, Reinhart, "Historia de los conceptos y los conceptos de historia", *Ayer*, 53 (1, 2004), 27-45.
- KOSTOV, Alexandre, "Les Balkans et le réseau ferroviaire européen avant la Première Guerre mondiale", en Michèle Merger, Albert Carreras y Andrea Guintini (eds.), *Les réseaux européens transnationaux XIXe - XXe siècles: quels enjeux?*, Ouest Editions, Nantes, 1995, 48-60.
- KOSTOV, Alexandre, "Entre la Russie et l'Occident: les Bulgars et l'enseignement ingénierotechnique avant la Libération", en *Alexandre Exarch et les routes bulgares vers l'Europe XIXe-début du XXe siècle*, Ed. Kota, Stara Zagora, 2007, 240-248.
- KOZENY, Josef, "Forchheimer, Phillip", in *Neue Deutsche Biographie*, vol.5, Duncker&Humblot, Berlin, 1961, 295-296.
- KÖNIG, Wolfgang, "Science and Practice: Key Categories for the Professionalization of German Engineers", en Melvin Kranzberg (ed.), *Technological Education-Technological Style*, San Francisco Press, San Francisco, 1986, 41-47.
- KRANAKIS, Eda, "Social Determinants of Engineering Practice: A Comparative View of France and America in the Nineteenth Century", *Social Studies of Science*, 19 (1989), 5-70.
- KRANAKIS, Eda, *Constructing a Bridge. An Exploration of Engineering Culture, Design, and Research in Nineteenth Century France and America*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass./Londres, 1997.
- KRANAKIS, Eda, "Fixing the blame: Organizational Culture and the Québec Bridge Collapse", *Technology and Culture*, 45, (3, 2004), 487-518.
- KREISER, Klaus, "Deutsche Professoren am Istanbuler Dârülfünûn (1915-1918)", *XXIII. Deutscher Orientalistentag vom 16. bis 20. September 1985 in Würzburg. Zeitschrift der Deutsche Morgenländischen Gesellschaft*, 7 (1989), 211-218.
- KREISER, Klaus, "Étudiants Ottomans en France et en Suisse (1909-1912)", in Daniel Panzac (ed.), *Histoire économique et sociale de l'Empire Ottoman et de la Turquie (1326-1960)*, Peeters, Paris, 1995, 843-854.
- KURAN, Ercüment, "İbrahim Edhem Pasha", *Encyclopaedia of Islam* (2), III, 1979, 993.
- KURAN, Ercüment, "Tanzimatçı Osmanlı Aydını Hayrullah Efendiye Göre Fransız Bilim ve Eğitim Kurumları", en Hidayet Y. Nuhoğlu (ed.), *Osmanlı Dünyasında Bilim ve Eğitim*, IRCICA, Estambul, 2001, 675-678.
- KURTOĞLU, Fevzi, *Deniz Mektepleri Tarihçesi*, 7-8, Genel Kurmay Başkanlığı IX. Deniz Şubesi Yayınları, Estambul, 1941.
- KÜTÜKOĞLU, Mübahat, "İslah-ı Sanayi Komisyonu", in *Osmanlı İktisadi Yapısı*, en Ekmeleddin İhsanoğlu (ed.), *Osmanlı Devleti ve Medeniyeti Tarihi*, vol.1, IRCICA, Estambul, 1994, 644-645.
- LAFUENTE, Antonio y PESET, José Luis, "Las actividades e instituciones científicas en la España ilustrada" en Manuel Sellés, José Luis Peset y Antonio Lafuente (eds.), *Carlos III y la ciencia de la Ilustración*, Alianza Editorial, Madrid, 1988, 29-79.

LAFUENTE Antonio y LÓPEZ-OCÓN, Leoncio, “Le transfert des pratiques scientifiques et techniques dans le contexte de la science-monde” en Irina Gouzévitch y Patrice Bret (eds.), *Naissance d’une communauté internationale d’ingénieurs (première moitié du XIXe siècle)*, Centre de recherche en histoire des sciences et des techniques, París, 1997.

LAFUENTE, Antonio, CARDOSO, Ana y SARAIVA, Tiago, *Maquinismo ibérico*, Doce Calles, Aranjuez, 2007.

LAFUENTE, Fernando R., “España como estereotipo de sí misma”, en José Tono Martínez (ed.), *El orientalismo al revés. Homenaje a Edward W. Said*, Catarata, Madrid, 2007, 51-58.

LANCIANO, Caroline, MAURICE, Marc, SYLVESTRE, Jean-Jacques y NOHARA, Hiroatsu (eds.), *Acteurs de l’innovation et l’entreprise. France, Europe, Japon*, L’Harmattan, Coll. Dynamis, París, 1998.

LANDES, J.B., “The Public and the Private Sphere: A Feminist Reconsideration” en J.B. Landes (ed.), *Feminism, the Public and the Private*, Oxford University Press, Oxford/Nueva York, 1998, 135-163.

LANGINS, Janis, *Conserving the Enlightenment, French Military Engineering from Vauban to the Revolution*, MIT, Cambridge, Mass., 2004.

LARRINAGA, Carlos, *El ingeniero de caminos Manuel Peironcely (1818-1884). Modernización y obra pública en la España del siglo XIX*, Euskadiko Portu, Ubide eta Bideetako Ingeniariari Kolejioa, Bilbao, 2007.

LEBÓN FERNÁNDEZ, Camilo y SÁNCHEZ LISSÉN, Rocío, “Gabriel Rodríguez: un combativo economista liberal en el último tercio del siglo XIX español”, en Enrique Fuentes Quintana (ed.), *Economía y economistas españoles*, vol. 4, *La economía clásica*, Galaxia Gutenberg – Círculo de Lectores, Barcelona, 1999, 507-533.

LEVI, Giovanni y SCHMITT, Jean-Claude (ed.), *A History of Young People. Stormy Evolution to Modern Times*, vol.2, The Bellknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Mas./Londres, 1997.

LÉVINAS, Emmanuel, *Humanismo del otro hombre*, Caparrós, Madrid, 1993.

LEWIS, Bernard, “The Impact of the French Revolution on Turkey”, *Journal of World History*, 1 (1953), 105-125.

LEWIS, Bernard, *The Emergence of Modern Turkey*, Oxford University Press, Nueva York/Oxford, 2002.

LINDOSO TATO, Elvira, *Empresas y empresarios en La Coruña, 1830-1914*, Documento de Trabajo 9905, Programa de Historia Económica, La Coruña, 1999.

LLABRÉS BERNAL, Juan, *Breve noticia de la labor científica del capitán de navío Don Felipe Bauzá y de sus papeles sobre América, 1764-1834*, Imprenta Guasp, Palma de Mallorca, 1934.

LLUCH, Ernest, (ed.), *Escritos de López de Peñalver*, ICIA/Quinto Centenario/Antoni Bosch/IEF, Madrid, 1992.

LLUCH, Ernest, “Estudio preliminar: ‘Juan López de Peñalver en los orígenes de la economía matemática’”, en *Escritos de López de Peñalver*, Instituto de Cooperación Iberoamericana, Madrid, 1992, IX-CXXIV.

LLUCH, Ernest, *Cameralism Beyond the Germanic World: a Note on Tribe*, Instituti editoriali e poligrafici, Pisa, 1997.

LLUCH MARTÍN, Ernest y ALMENAR PALAU, Salvador, “Difusión e influencia de los economistas clásicos en España” en Enrique Fuentes Quintana (ed.), *Economía y economistas españoles*, vol. 4, *La economía clásica*, Galaxia Gutenberg – Círculo de Lectores, Barcelona, 1999, 93-170.

LLUCH MARTÍN, Ernest, “Juan López de Peñalver, un economista matemático”, en Enrique Fuentes Quintana (ed.), *Economía y economistas españoles*, vol. 4, *La economía clásica*, Galaxia Gutenberg – Círculo de Lectores, Barcelona, 1999, 451-458.

LONGUENESSE, Elisabeth, “Les ingénieurs au Maghreb et au Moyen Orient. Politiques de développement et nouveaux acteurs sociaux”, en Elisabeth Longuenesse (ed.), *Bâtisseurs et Bureaucrats. Ingénieurs et Société au Maghreb et au Moyen Orient*, Maison d’Orient Méditerranéen, Lyon, 1990, 9-28.

LÓPEZ-OCÓN CABRERA, Leoncio, *Breve historia de la ciencia española*, Alianza, Madrid, 2003.

LÓPEZ-OCÓN CABRERA, Leoncio, “Ciencia y progreso durante la época bajoisabelina (1854-1868)”, en Antonio Lafuente, Ana Cardoso de Matos y Tiago Saraiva (eds.), *Maquinismo ibérico*, 277-313.

LÓPEZ TABAR, Juan, *Los famosos traidores. Los afrancesados durante la crisis del Antiguo Régimen (1808-1833)*, Biblioteca Nueva, Madrid, 2001.

LUCENA, Juan C., “De Criollos a Mexicanos: Engineers’ Identity and the Construction of Mexico”, *History and Technology*, 23 (3, 2007), 275-288.

LUCENA GIRALDO, Manuel, *Historia de un cosmopolita. José María de Lanz y la fundación de la Ingeniería de Caminos en España y en América*, Colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos, Madrid, 2005.

LUIS, Jean-Philippe, *L’utopie réactionnaire. Épuration et modernisation de l’État dans l’Espagne de la fin de l’Ancien Régime (1823-1834)*, Casa de Velázquez, Madrid, 2002.

LUNDGREEN, Peter, “Engineering Education in Europe and in the USA, 1750-1930: the Rise to Dominance of Schools Culture and the Engineering Profession,” *Annals of Science*, 47 (1990), 33-75.

LUSA MONFORTE, Guillermo, “Industrialización y Educación: Los ingenieros industriales (Barcelona 1851-1886)”, en Roser Enrich et al. (eds.), *Tècnica i Societat en el Món Contemporani*, Museu d’Història de Sabadell, Sabadell, 1994, 61-78.

LUSA MONFORTE, Guillermo, “Industrialización y educación: los ingenieros industriales (Barcelona, 1851-1886)”, en Roser Enrich et al. (eds.), *Tècnica i Societat en el Món Contemporani*,

Museu d'Història de Sabadell, Sabadell, 1994, 61-80.

LUSA MONFORTE, Guillermo, “Contra los titanes de la rutina. La cuestión de la formación matemática de los ingenieros industriales (Barcelona 1851-1886)”, en Santiago Garma, Víctor Navarro y Dominique Flament (eds.), *Contra los titanes de la rutina. Encuentro en Madrid de investigadores hispano-franceses sobre la historia y la filosofía de la matemática*, Comunidad de Madrid/CSIC, Madrid, 1994, 335-365.

LUSA MONFORTE, Guillermo, “La difícil consolidación de las enseñanzas industriales (1855-1873)”, *Documentos de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona*, 7 (1997), 114-119.

LUSA MONFORTE, Guillermo, “Alarma en Barcelona: el traslado a Madrid de la Escuela de Ingenieros Industriales (1881)”, *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 2 (1997), 119-190.

LUSA MONFORTE, Guillermo, “¡Todos a Madrid! La Escuela General Preparatoria de Ingenieros y Arquitectos (1886-1892)”, *Documentos de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona*, 9 (1999), 3-43.

LUSA MONFORTE, Guillermo, “Inquietudes y reformas e cambio de siglo. El proyecto de la nueva Escuela Industrial (1899-1910)”, *Documentos de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona*, 12 (2002), 67-82.

LUSA MONFORTE, Guillermo, “L'enseignement industriel pendant la première phase de l'industrialisation espagnole: l'École d'Ingénieurs de Barcelona” en André Grelon, Irina Gouzévitch y Anousheh Karvar, *La formation des ingénieurs en perspective. Modèles de référence et réseaux e médiation (XVIIIe-XXe siècles)*, Presses Universitaires de Rennes, Rennes, 2004, 35-52.

LUSA MONFORTE, Guillermo, “La Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e Ingeniería en España*, vol. 5, *El ochocientos, Profesiones e instituciones civiles*, Real Academia de Ingeniería/Institución 'Fernando el Católico'/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2007, 351-394.

LUSA MONTFORTE, Guillermo, *La ingeniería industrial en Cataluña. La Escuela de Barcelona*. <http://www.ma1.upc.edu/docencia/assignatures/hcit/ingenieriaXIX.pdf>

MAHMUD CEVAD Ibnü's Şeyh Nâfi, *Maârif-i Umûmiye Nezâreti Târihçe-i Teşkilât ve İcrââtı – XIX.Asır Osmanlı Maârif Tarihi*, (ed. Taceddin Kayaoğlu), Yeni Türkiye Yayınları, Ankara 2001. (primera edición publicada en Matbaa-i Âmire, Estambul, 1919/20)

MADRAZO, Santos, *El sistema de transportes en España, 1750-1850*, Turner, Madrid, 1984.

MADRAZO, Santos, *La edad de oro de las diligencias. Madrid y el tráfico de viajeros en España antes del ferrocarril*, Nerea, Madrid, 1991.

MALATESTA, Maria, *Professionisti e gentiluomini. Storia delle professioni nell'Europa contemporanea*, Biblioteca Einaudi, Turín, 2006

MALEČKOVÁ, Jitka, “Ludwig Büchner versus Nat Pinkerton: Turkish Translations from Western Languages, 1880-1914”, *Mediterranean Historical Review*, 9 (1, 1994), 73-99.

MALEČKOVÁ, Jitka, *Úrodná půda. Žena ve službách národa*, ISV, Praga, 2002.

MALUQUER DE MOTES, Jordi (ed.), *Tècnics i tecnologia en el desenvolupament de la Catalunya contemporània*, Enciclopèdia Catalana, Barcelona, 2000.

MAÑAS MARTÍNEZ, José, *Eduardo Saavedra, ingeniero y humanista*, Turner/Colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos, Madrid, 1983.

MANN, Michael, "The Autonomous Power of the State, Its Origins, Mechanisms, and Results", *Archives européennes de sociologie*, 25, 1984, 185-213.

MANSILLA PLAZA, Luis y SUMOZAS GARCÍA-PARDO, Rafael, "La ingeniería de minas: de Almadén a Madrid", en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e Ingeniería en España*, vol. 5, *El ochocientos, Profesiones e instituciones civiles*, Real Academia de Ingeniería/Institución 'Fernando el Católico'/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2007.

MARAVALL, José Antonio, *Antiguos y modernos: visión de la historia e idea de progreso hasta el Renacimiento*, Alianza, Madrid, 1986.

MARDIN, Şerif, "The Mind of Turkish Reformer, 1700-1900", *The Western Humanities Review*, 14 (1960), 413-436.

MARDIN, Şerif, *The Genesis of Young Ottoman Thought*, Princeton University Press, Princeton, 1962.

MARLOWE, John, *Perfidious Albion: The Origin of Anglo-French Rivalry in the Levant, 1763-1841*, Elek Books, Londres, 1971.

MARTÍNEZ ALCUBILLA, Marcelo, *Diccionario de la Administración española*, vol. 7, Madrid, 1887.

MARTÍNEZ-VAL PEÑALOSA, José María, *Un empeño industrial que cambió a España, 1850-200. Siglo y medio de Ingeniería Industrial*, Síntesis, Madrid, 2001.

MARTYKÁNOVÁ, Darina, *Ingenieros de caminos: hombres del progreso. Los ingenieros de caminos en la España del siglo XIX*, trabajo de investigación, Universidad Autónoma de Madrid, 2006. (sin publicar)

MARTYKÁNOVÁ, Darina, "Por los caminos del progreso. El universo ideológico de los ingenieros de caminos españoles a través de la *Revista de Obras Públicas* (1853-1899)", *Ayer*, 68 (2007), 193-219.

MARTYKÁNOVÁ, Darina, "Les fils du progrès et de la civilisation: les ingénieurs des travaux publics en Espagne aux 18^e et 19^e siècles," *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 10 (2009), 251-270.

MARTYKÁNOVÁ, Darina y AKBAŞ, Meltem, "Foreign Engineers in Spain and in the Ottoman Empire: A Comparative Study from a Long-Term Perspective (18th to early 20th Century)", ponencia presentada en el *XXIII Congreso internacional de la Historia de la ciencia y tecnología*, 28 de julio - 2 de agosto 2009, Budapest, Hungría.

- MASSON DE MORVILLES, Nicolás, “Espagne” en *Géographie moderne*, en *Encyclopédie méthodique*, vol. 1, París, 1782, 554-568. traducido como “España”, en Ernesto García Camarero y Enrique García Camarero (eds.), *La polémica de la ciencia española*, Alianza, Madrid, 1970, 47-53.
- MATEO DEL PERAL Diego, “Los orígenes de la política ferroviaria en España (1844-1877)”, en Miguel Artola (ed.), *Los ferrocarriles en España, 1844-1943*, vol.1, 1978, 87-131.
- MAZOWER, Mark, *The Balkans: A Short History*, Modern Library, Nueva York/Toronto, 2002.
- MAZUEL, Jean, *L'oeuvre géographique d Linant de Bellefonds, étude de géographie historique*, Société royale de géographie, Cairo, 1937.
- McCLELLAN, James y REGOURD, François, “The Colonial Machine: French Science and Colonization in the Ancien Régime”, en Roy MacLeod (ed.), *Nature and Empire: Science and the Colonial Enterprise*, en *Osiris*, Second Series, 15 (2000), 30-51.
- MEDINA ÁVILA; Carlos J., “La actividad científica y técnica del Real Cuerpo de Artillería”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en España*, vol. 4, *El ochocientos: pensamiento, profesiones y sociedad*, Real Academia de Ingeniería/Institución 'Fernando el Católico'/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2007, 645-693.
- MEHMED ARIF, “Humabaraci Ahmed Pasa”, *Tarih-i Osmanî Encümeni Mecmuası*, 3 (1910/11).
- MEHMED ESAD, *Mîrât-i Mekteb-i Harbiye*, Şirket-i Mürettibiye Matbaası, Estambul, 1892/3.
- MEHMED ESAD, *Mir'ât-i Mühendishane-i Berrî-i Hümayûn*, (ed. Sadık Erdem), I.T.Ü, Estambul, 1986 (publicado por primera vez en 1312 AH, 1894/95).
- MERIWETHER, Margaret L., “Women and Waqf Revisited: the case of Aleppo, 1770-1840”, en Madeline C. Zilfi (ed.), *Women in the Ottoman Empire. Middle Eastern Women in the Early Modern Era*, Brill, Leiden/Nueva York/Colonia, 1997, 128-152.
- MERIWETHER, Margaret L., *The Kin who Count: Family and Society in Ottoman Aleppo, 1770-1840*, University of Texas Press, Austin, 1999.
- MITCHELL, Timothy, *Colonising Egypt*, The American University of Cairo Press, Cairo, 1988.
- MITCHELL, Timothy, *Rule of Experts: Egypt, techno-Politics, Modernity*, University of California Press, Berkeley, 2002.
- MOHAMMAD, A. H. Helmy, “The Introduction and Reception of Modern Science and technology in ‘Ottoman’ Egypt in the Nineteenth Century”, en Ekmeleddin Ihsanoğlu, Ahmed Djebbar and Feza Günergun (eds.), *Science, Technology and Industry in the Ottoman World*, Brepols, Turnhout, 2000, 115-126.
- MONÉS, Jordi, *L'obra educativa de la Junta d'Comerç (1769-1851)*, Cambra Oficial de Comerç, Indústria i Navegació, Barcelona, 1987.
- MONTENEGRO LÓPEZ, Amador (ed.), *Memorias de un ingeniero del siglo XIX: Eduardo Cabello Ebrentz*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1991.

MORALES MOYÁ, Antonio, “Política y administración en la España del siglo XVIII (Notas para una sociología histórica de la administración pública)”, *Revista de Administración Pública*, 105 (1984), 167-201.

MOREAU, Odile, *L'Empire ottoman à l'âge des réformes. Les hommes et les idées du 'Nouvel Ordre' militaire 1826-1914*, Maisonneuve et Larose/Institut français d'études anatoliennes, París/Estambul 2007.

MÜLBERGER, Annette; VILARÓ, Marta; TIRADO, Francisco J. y DOMENÈCH, Miquel, “Historia, política y ciencia: El papel de los expertos en el debate sobre el agua en España, *RECERCAT*, 18 pp. Disponible en <http://www.recercat.net/bitstream/2072/4783/1/Recerca+historia+aigua+Espanya.pdf>

MULLER, Josy, “Les ingénieurs militaires dans les pays-bas espagnols (1500-1715)”, *Revue Internationale d'Histoire Militaire*, Bruselas, 20 (1959), 467-478.

MUÑOZ, Juan; ROLDÁN, Santiago y SERRANO, Ángel (eds.), “La vía nacionalista del capitalismo español”, *Cuadernos económicos de ICE*, 5 (1978).

MUÑOZ BRAVO, Julio, “Agustín de Betancourt en Lorca”, en *Betancourt. Los inicios de la ingeniería moderna en Europa. Exposición*, CEDEX – CEHOPU, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid, 1996, 88-98.

MURO, José Ignacio, NADAL, Francesc y URTEAGA, Luis, *Geografía, Estadística y catastro en España 1856-1870*, Ediciones del Serbal, Barcelona, 1996.

MURO MORALES, José Ignacio, “Ingenieros militares: la formación y la práctica profesional de unos oficiales facultativos”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en España*, vol. 4, *El ochocientos: pensamiento, profesiones y sociedad*, Real Academia de Ingeniería/Institución 'Fernando el Católico'/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2007, 589-643.

MURPHEY, Rhoads, “Osmanlıların Batı Teknolojisini Benimsemedeki Tutumları: Etfenci Teknisyenlerin Sivil ve Askeri Uygulamalardaki Rölü”, en Ekmeleddin İhsanoğlu (ed.), *Osmanlılar ve Batı Teknolojisi, Yeni Araştırmalar, Yeni Görüşler*, İstanbul Üniversitesi Edebiyet Fak. Yay., Estambul, 1992, 7-20.

MURPHEY, Rhoads, *Ottoman Warfare 1500-1700*, UCL Press, Londres, 1999.

NADAL, Jordi, Su análisis en Jordi Nadal, *El fracaso de la Revolución industrial en España (1814-1913)*, Ariel, Barcelona, 1975.

NICOLAU NOS, Roser y PUJOL ANDREU, Josep Pujol, “Urbanización y consumo: la ingesta de proteínas animales en Barcelona durante los siglos XIX y XX”, *Working Papers* (Universitat Autònoma de Barcelona. Unitat d'Història Econòmica), 4 (2004).

NORADOUNGHIAN, Gabriel Effendi, *Recueil d'Actes internationaux de l'Empire Ottoman*, F.Pichon, París, 1897-1903.

NÚÑEZ RUIZ, Diego, *La mentalidad positiva en España: desarrollo y crisis*, Tucur, Madrid, 1975.

NÚÑEZ RUIZ, Diego, *El darwinismo en España*, Castalia, Madrid, 1977.

- NÚÑEZ RUIZ, Diego, *La mentalidad positiva en España*, Ediciones de la UAM, Madrid, 1986.
- NÚÑEZ, FLORENCIO, Rafael, *Sol y sangre. La imagen de España en el mundo*, Espasa, Madrid, 2001.
- NYE, Robert A., *Masculinity and Male Codes of Honor in Modern France*, Orford University Press, Nueva York/Oxford, 1993
- OCHSENWALD, William, *The Hijaz Railroad*, University Press of Virginia, Charlottesville, 1980.
- OKAY, Cüneyd, *Osmanlı Mühendis ve Mimar Cemiyeti Belgeleriyle*, TMMOB, Ankara, 2008.
- OLIVÉ ROIG, Sebastián y SÁNCHEZ MIÑANA, Jesús, “De las torres ópticas al teléfono: el desarrollo de las telecomunicaciones y el Cuerpo de Telégrafos”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e Ingeniería en España*, vol. 5, *El ochocientos, Profesiones e instituciones civiles*, Real Academia de Ingeniería/Institución 'Fernando el Católico'/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2007, 551-608.
- OLLERO VALLÉS, José Luis, *El progresismo como proyecto político en el reinado de Isabel II, Praxedes Mateo-Sagasta, 1854-68*, Instituto de estudios riojanos, Logroño, 1999.
- OLLERO VALLÉS, José Luis, *Sagasta. De conspirador a gobernante*, Madrid, Marcial Pons/Fundación Práxedes Mateo-Sagasta, Madrid, 2006
- ORDÓÑEZ, Javier, *Ciencia, tecnología e historia*, Fondo de Cultura Económica de España, Madrid, 2003.
- ORDÓÑEZ RODRÍGUEZ, Javier, “Ingenieros, utopía y progreso en la novel española del Ochocientos”, en Manuel Silva Suárez, *Técnica e ingeniería en España*, vol. 4, *El ochocientos: pensamiento, profesiones y sociedad*, Real Academia de Ingeniería/Institución 'Fernando el Católico'/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2007, 467-514.
- ORHONLU, Cengiz, “Meslekî bir Teşekkül Olarak Kaldırımcılık ve Osmanlı Şehir Yolları Hakkında Bazı Düşünceler”, *Güney-Doğu Avrupa Dergisi*, 1972, 91-138.
- ORTAYLI, İlber, *İkinci Abdülhamit Döneminde Osmanlı İmparatorluğu'nda Alman Nüfuzu*, Ankara Üniversitesi Siyasi Bilgiler Fakültesi, Ankara, 1981.
- ORTEGA CANTERO, Nicolás, “La política hidráulica española hasta 1936”, en Ramón Garrabou y José Manuel Naredo (eds.), *El agua en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*, Visor, Madrid, 1999, 159-180.
- ORTNER, Sherry, “Is Woman to Man as Nature is to Culture?” en Michelle Z. Rosaldo y Louise Lamphere (eds.), *Women, Culture, and Society*, Stanford University Press, Stanford, 1974, 67-87.
- OSMAN ERGIN, *Türk Maarif Tarihi*, vol.1-2, Eser, Estambul, 1977.
- OSMAN NURI, *Mecelle-i Umur-i Belediye*, vol. 1, Matbaa-i Osmaniye, Estambul, 1922.
- OUDSHOOM, Nelly y PINCH, Trevor (eds.), *How users matter. The co-construction of users and technologies*, MIT, Cambridge, Ma., 2003.

ÖĞRETEN, Ahmet, “Ereğli Kömür Maden Havzasında Kurulan İlk Şirket”, en *Zonguldak Kent Tarihi '05 Bienali. Bildiriler Kitabı*, ZOKEV, Zonguldak, 2006, 297-308.

ÖNSOY, Rıfat, *Türk-Alman İktisadi Münasebetleri (1871-1914)*, Enderun, Estambul, 1982.

ÖZERVARLI, M. Sait, “Osmanlıların Son Dönemindeki Batılılaşma Hareketinin İslam Düşüncesinde Yenilik Çabalarına Tesiri”, en Hidayet Y. Nuhoğlu (ed.), *Osmanlı Dünyasında Bilim ve Eğitim*, IRCICA, Estambul, 2001, 663-673.

PALACIOS REMONDO, Jesús, *Los Delhuyar: La Rioja en América: biografía de los hermanos Juan José y Fausto a través de fuentes y bibliografía*, Consejería de Cultura, Deportes y Juventud, Logroño, 1993.

PAMUK, Şevket, *The Ottoman Empire and European Capitalism, 1820-1913. Trade, Investment and Production*, Cambridge University Press, Cambridge, 1987.

PAN-MONTOJO, Juan (ed.), *Más se perdió en Cuba. España, 1898 y la crisis de fin de siglo*, Alianza, Madrid, 1998.

PAN-MONTOJO, Juan, *Apostolado, profesión y tecnología. Una historia de los ingenieros agrónomos en España*, Asociación Nacional de Ingenieros Agrónomos, Madrid, 2005.

PAN-MONTOJO, Juan, “El atraso económico y la regeneración”, en Juan Pan-Montojo (ed.), *Más se perdió en Cuba. España, 1898 y la crisis de fin de siglo*, Alianza Editorial, Madrid, 2006, 267-340.

PAN-MONTOJO, Juan, “La construcción del nuevo Estado y la fiscalidad: España, 1808-1845,” en Jaime E. Rodríguez O. (dir.), *Las nuevas naciones: España y México 1800-1850*, Fundación Mapfre, Madrid, 2008, 169-190.

PAN-MONTOJO, Juan, “Los liberalismos y la agricultura española en el siglo XIX”, en Salvador Calatayud, Jesús Millán, María Cruz Romeo (eds.), *Estado y periferias en la España del siglo XIX. Nuevos enfoques*, PUV, Valencia, 2009, 131-158.

PAN-MONTOJO, Juan, “Los lenguajes políticos de la agricultura en España, 1760-1936”, en Manuel Pérez Ledesma (ed.), *Palabras de la Modernidad* (en prensa).

PANZAC, Daniel (ed.), *Histoire économique et sociale de l'Empire Ottoman et de la Turquie (1326-1960)*, Peeters, París, 1995.

PASCUAL ESCUTIA, Jordi, “Algunas notas sobre la figura de José Echegaray como economista” en Enrique Fuentes Quintana (ed.), *Economía y economistas españoles*, vol. 4, *La economía clásica*, Galaxia Gutenberg – Círculo de Lectores, Barcelona, 1999, 535-542.

PAUL, Harry W., *From knowledge to power: the rise of the science empire in France, 1860-1939*, Cambridge University Press, Cambridge, 1985.

PÉREZ LEDESMA, Manuel Pérez (ed.), *De súbditos a ciudadanos: una historia de la ciudadanía en España*, Centro de estudios políticos y constitucionales, Madrid, 2007.

PÉREZ SEDEÑO, Eulalia, “Mujer, ciencia e Ilustración” en Celia Amorós, *Feminismo e*

Ilustración, CAM-UCM, Madrid, 1992.

PERKIN, Harold, *The Rise of Professional Society, England since 1880*, Routledge, Londres, 1990.

PESET, José Luis; GARMA, Santiago y PÉREZ GARZÓN, Juan Sisinio, *Ciencias y enseñanzas de la revolución burguesa*, Siglo XXI, Madrid, 1978.

PETITJEAN, Patrick; JAMI, Catherine y MOULIN, Anne Marie, *Science and Empires. Historical Studies about Scientific Development and European Expansion*, Kluwer, Dordrecht/Boston/Londres, 1992.

PICON, Antoine, *L'invention de l'ingénieur moderne. L'École de Ponts et Chaussées 1747-1851*, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, París, 1992.

PICON, Antoine, “Arquitectos e ingenieros” en Vincenzo Ferrone y Daniel Roche (eds.), *Diccionario histórico de la Ilustración*, Alianza Editorial, Madrid, 1998, 170-175.

PINO DÍAZ, Fermín del, “Utilidad y honor nacional en la política científica ilustrada”, en J. Fernández Pérez y Ignacio González Tascón (eds.), *Ciencia, técnica y Estado en la España ilustrada*, Sociedad española de Historia de las ciencias y de las técnicas, Madrid, 1990, 31-43.

POUSSOU, Jean-Pierre, MÉZIN Mézin y PERRET-GENTIL, Yves (eds.), *L'influence française en Russie en XVIIIe siècle*, Presses de l'Université Paris-Sorbonne, París, 2004.

POLANCO, Xavier (ed.), *Naissance et développement de la science-monde. Production et reproduction des communautés scientifiques en Europe et en Amérique Latine*, Ed. de la Découverte/Conseil de l'Europe/UNESCO, París, 1990.

PÖNICKE, Herbert, *Die Hedschas- und Bagdatbahn, erbaut von Heinrich August Meissner-Pascha*, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1958.

PRIETO GONZÁLEZ, José Manuel, “La Escuela de Arquitectura de Madrid y el difícil reconocimiento de la capacitación técnica de los arquitectos decimonónicos”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e Ingeniería en España*, vol. 5, *El ochocientos, Profesiones e instituciones civiles*, Real Academia de Ingeniería/Institución 'Fernando el Católico'/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2007, 185-234.

PRO RUIZ, Juan, *Estado, geometría y propiedad. Los orígenes del catastro en España (1715-1941)*, Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria, Madrid, 1992.

PRO RUIZ, Juan, “Caciquismo y manipulación electoral en la España de la Restauración (180-1907)” en Rafael Sánchez Mantero (ed.), *En torno al 98: España en el tránsito del XIX al XX*, Universidad de Huelva, Huelva, 2000, 197-208.

PRO RUIZ, Juan, “La política en los tiempos del *Desastre*”, en Juan Pan-Montojo (ed.), *Más se perdió en Cuba. España, 1898 y la crisis de fin de siglo*, Alianza, Madrid, 157-266.

PRO RUIZ, Juan, *Bravo Murillo: política de orden en la España liberal*, Síntesis, Madrid, 2006.

PRO, Juan, DEL MORAL, Joaquín y SUÁREZ BILBAO, Francisco, *Estado y territorio en España, 1820-1930*, Madrid, Catarata, Madrid, 2007.

PRO RUIZ, Juan Pro, “A concepção política do território e a construção do Estado espanhol: cartografia, cadastro e administração (1830-1930)”, en Pedro Tavares de Almeida y Rui Miguel C. Branco (coord.), *Burocracia, Estado e Território*, Livros Horizonte, Lisboa, 2007, 183-220.

PUCHE RIART, Octavio y AYALA CARCEDO, Francisco Javier, “Guillermo P. D. Schultz y Schweizer (1800-1877): su vida y su obra en el bicentenario de su nacimiento”, *Boletín Geológico y Minero*, 112 (1, 2001), 105-122.

PUELLES BENÍTEZ, Manuel de, *Textos Sobre la Educación en España (Siglo XIX)*, Cuadernos de la UNED, Madrid, 1988.

RAMÍREZ ARÉVALO, Rebeca, *El Cuerpo de ingenieros agrónomos. De la dictadura de Primo de Rivera al primer franquismo*, trabajo de investigación DEA, Universidad Autónoma de Madrid, 2004.

RAMÓN TEIJELO, Pío Javier y SILVA SUÁREZ, Manuel, “El Real Conservatorio de Artes (1824-1887), cuerpo facultativo y consultivo auxiliar en el ramo de la industria”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e Ingeniería en España*, vol. 5, *El ochocientos, Profesiones e instituciones civiles*, Real Academia de Ingeniería/Institución 'Fernando el Católico'/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2007, 235-294.

RAMOS GOROSTIZA, José Luis y MARTÍNEZ VARA, Tomás, “Las ideas económicas de los ingenieros de caminos: la Revista de Obras Públicas (1853-1936)”, *Investigaciones de Historia Económica*, 11, (2008), 9-38.

RAMSAUR, Ernest E., *The Young Turks, Prelude to the Revolution of 1908*, Princeton University Press, Princeton, 1957.

RAVEUX, Olivier, “El papel de los técnicos ingleses en la industria metalúrgica y mecánica del norte del Mediterráneo (1835-1875): una primera aproximación,” *Revista de Historia industrial*, 6 (1994), 143-161.

REGUERA RODRÍGUEZ, Antonio T., *Geografía de Estado. Los marcos institucionales de la ordenación del territorio en la España contemporánea, 1800-1940*, Universidad de León, León, 1998.

REYNOLDS, Terry S. (ed.), *The Engineer in America: A Historical Anthology from 'Technology and Culture'*, The University of Chicago Press, Chicago, 1991.

RINGROSE, David R., *España, 1700-1900: El mito del fracaso*, Alianza Editorial, Madrid, 1996.

ROCA ROSELL, Antoni, “Ciencia y sociedad en la época de la Mancomunitat de Catalunya (1914-1923)”, en José Manuel Sánchez Ron (ed.), *Ciencia y sociedad en España*, Ediciones del Arquero/CSIC, Madrid, 1988, 223-252.

ROCA ROSELL, Antoni, *Esteban Terradas*, Fundación Banco Exterior, Madrid, 1991.

ROCA ROSELL, Antoni, “L'enginyeria de laboratori, un repte de nou-cents”, *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 1 (1996), 197-240.

ROCA ROSELL, Antoni y LUSA MONFORTE, Guillermo, “Un altre 98? Ciència i tècnica al

tombant de 1900”, *Afers*, 31 (1998), 609-626.

ROCA ROSELL, Antoni; LUSA MONFORTE, Guillermo; BARCA SALOM, Francesc y PUIG PLA, Carles, “Industrial Engineering in Spain in the First Half of the Twentieth Century: From Reneval to Crisis”, *History of Technology*, 27 (2006), 147-161.

ROMÁN COLLADO, Rocío, *La escuela economista española*, Universidad de Sevilla/Universidad de Cádiz, Cádiz/Sevilla, 2003.

RONCAYOLO, Marcel, “Le modèle haussmanien”, en Georges Duby (ed.), *Histoire de la France urbaine*, vol. 4, *La ville de l'âge industriel*, Seuil, París, 1983, 78-117.

ROSEGGGER, Gerhard y JENSEN, John H., “British Railway Builders along the Lower Danube 1856–1869”, *The Slavonic and East European Review*, 106 (46, 1968), 106-119.

ROSENTHAL, Steven, *The Politics of Depenency: Urban Reform in Istanbul*, Greenwood Press, Westport, 1980.

RUIZ BEDIA, María Luisa, “Sagasta, el trabajo de ingeniero hacia 1850” en *Sagasta Ingeniero. Ciclo de conferencias*, Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos, Madrid, 2002.

RUMEU DE ARMAS, Antonio, *Ciencia y tecnología en la España ilustrada. La Escuela de Caminos y canales*, Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos/Ediciones Turner, Madrid, 1980.

QUATAERT, Donald, *Social disintegration and popular resistance in the Ottoman Empire, 1882-1908: Reactions to European Economic Penetration*, New York University Press, Nueva York, 1983.

QUATAERT, Donald, “Janissaries, Artisans and the Question of Ottoman decline 1730-1826” en Donald Quataert (ed.), *Workers, Peasants and Economic Change in the Ottoman Empire 1730-1914*, Isis, Estambul, 1993, 197-203

QUATAERT, Donald, “Transportation”, en Halil Inalcık y Donald Quataert (eds.), *An Economic and Social History of the Ottoman Empire*, vol. 2, 1600-1914, Cambridge University Press, Cambridge, 1997, 798-823.

QUATAERT, Donald, “The age of reforms, 1812-1914”, in Halil Inalcık and Donald Quataert (eds.), *An Economic and Social History of the Ottoman Empire*, vol. 2, 1600-1914, Cambridge University Press, Cambridge, 1997, 759-943.

QUATAERT, Donald, *The Ottoman Empire, 1700-1922*, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.

QUATAERT, Donald, “An Overview of the Zonguldak Coal Mines During the Ottoman Era”, in *Zonguldak Kent Tarihi '05 Bienali. Bildiriler Kitabı*, ZOKEV, Zonguldak, 2006, 383-391.

SABRA, Abdelhamid I., “The Appropriation and Subsequent Naturalization of Greek Science in Medieval Islam: A Preliminary Statement”, *History of Science* 25 (1987), 223-243.

SACO, Diana, “Masculinity as Signs: Poststructuralist Feminist Approaches to the Study of

- Gender” en Steve Craig (ed.), *Men, Masculinity, and the Media*, Sage, Newbury Park/London/New Delhi, 1992, 23-39.
- SÁENZ RIDRUEJO, Fernando, *Los ingenieros de caminos del siglo XIX*, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1990.
- SÁENZ RIDRUEJO, Fernando, *Los ingenieros de caminos*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1993.
- SÁENZ RIDRUEJO, Fernando, “Ingeniería de caminos y canales, también de puertos y faros”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e Ingeniería en España*, vol. 5, *El ochocientos, Profesiones e instituciones civiles*, Real Academia de Ingeniería/Institución 'Fernando el Católico'/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2007, 127-184.
- SAÏD, Edward, *Orientalism*, Pantheon Books, Nueva York, 1978.
- SAMARDŽIC, Momir, *Roads to Europe. Serbian Politics and the Railway Issue, 1878-1881*, Edizioni Plus, Pisa, 2010.
- SÁNCHEZ MIÑANA, Jesús, “El ingeniero militar Ambrosio Garcés de Marcilla (1816-1859) y su contribución a la introducción el telégrafo eléctrico en España”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 6 (2004), 161-224.
- SÁNCHEZ RON, José Manuel (ed.), *Ciencia y sociedad en España*, El Arquero/CSIC, Madrid, 1988.
- SÁNCHEZ RON, José Manuel, “La física en España durante el primer tercio del siglo XX”, en José Manuel Sánchez Ron (ed.), *Ciencia y sociedad en España*, El Arquero/CSIC, Madrid, 1988, 283-306.
- SÁNCHEZ RON, José Manuel (ed.), *Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas ochenta años después*, 2.vols., CSIC, Madrid, 1988.
- SÁNCHEZ RON, José Manuel, (ed.), *José Echegaray*, Fundación Banco Exterior, Madrid, 1990.
- SÁNCHEZ RON, José Manuel, *Cincel, martillo y piedra: Historia de la ciencia en España (XIX y XX)*, Taurus, Madrid, 1999.
- SÁNCHEZ RON, José Manuel, *José Echegaray entre la ciencia, el teatro y la política*, Madrid, CSIC, 2004.
- SARAÇ, Celâl, *Salih Zeki Bey. Hayatı ve Eserleri*, Kızılelma, Estambul, 2001.
- SARAIVA, Tiago, “Big Science en Madrid. La fábrica del Canal de Isabel II (1851-1858)”, en Antonio Lafuente, Ana Cardoso, Tiago Saraiva, *Maquinismo ibérico*, Doce Calles, Aranjuez, 2007, 354-35.
- SAUNIER, P.-Y., “Learning by Doing: Notes about the Making of the Palgrave Dictionary of Transnational History”, *Journal of Modern European History*, 2 (2008), 159-180.
- SCHWARTZ GIRÓN, Pedro, “La recepción inicial de ‘La riqueza de las naciones’ en España”, en

Enrique Fuentes Quintana (ed.), *Economía y economistas españoles*, vol. 4, *La economía clásica*, Galaxia Gutenberg – Círculo de Lectores, Barcelona, 1999, 171-238.

SEELY, Bruce, “European Connections to American Engineering Education, 1800-1990”, en Irina Gouzévitch, André Grelon y Anousheh Karvar (eds.), Anousheh Karvar (eds.), *La formation des ingénieurs en perspective. Modèles de référence et réseaux e médiation (XVIIIe-XXe siècles)*, Presses Universitaires de Rennes, Rennes, 2004, 53-69.

SEOANE, María Cruz y SÁIZ, María Dolores, *Historia del periodismo en España*, Alianza, Madrid, 1996.

SERRANO SANZ, José María, *El viraje proteccionista en la Restauración. La política comercial española, 1875-1895*, Siglo XXI, Madrid, 1987.

SEZER, Hamiyet, “Tanzimat döneminde Avrupa şehirlerine gönderilen öğrenciler”, en Hidayet Y. Nuhoglu (ed.), *Osmanlı Dünyasında Bilim ve Eğitim*, IRCICA, Estambul, 2001, 687-711.

SHAW, Standford J., *Between Old and New. The Ottoman Empire under Sultan Selim III, 1789-1807*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1971.

SHAW, Stanford J., y KURAL SHAW, Ezel, *History of the Ottoman Empire and Modern Turkey*, Vol. II, *Reform, Revolution, and Republic. The Rise of Modern Turkey, 1808-1975*, Cambridge University Press, Cambridge, 1977.

SHINN, Terry, “From “Corps to Profession”: The Emergence and Definition of Industrial Engineering in Modern France”, en Robert Fox y George Weisz (eds.), *The Organisation of Science and Technology in France, 1808-1914*, Maison des Sciences de l’Homme and Cambridge University Press, Paris/Cambridge, 1980, 183-208.

SIERRA, María, “El espejo inglés de la modernidad española: El modelo electoral británico y su influencia en el concepto de representación liberal”, *Historia y política: Ideas, procesos y movimientos sociales*, 21 (2009), 139-167.

SILVA SUÁREZ, Manuel, *Uniformes y emblemas de la ingeniería civil española, 1835-1975*, Institución ‘Fernando el Católico’, Zaragoza, 1999.

SILVA SUÁREZ, Manuel, “Presentación. El Ochocientos: de la involución postilustrada y la reconstrucción burguesa” en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en España*, vol. 4, *El ochocientos: pensamiento, profesiones y sociedad*, Real Academia de Ingeniería/Institución ‘Fernando el Católico’/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2007, 9-104.

SILVA SUÁREZ, Manuel y LUSA MONFORTE, Guillermo, “Cuerpos facultativos del Estado versus profesión liberal”, en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en España*, vol. 4, *El ochocientos: pensamiento, profesiones y sociedad*, Real Academia de Ingeniería/Institución ‘Fernando el Católico’/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2007, 323-386.

SILVERA, Alain, “The First Egyptian Student Mission to France under Muhammad Ali”, *Middle Eastern Studies*, 16 (2, 1980), 1-22.

SIMOES, Ana, CARNEIRO, Ana y DIOGO, Maria Paula (eds.), *Travels of Learning: A geography of science in Europe*, Kluwer, Dordrecht, 2003.

SIX, Georges, *Dictionnaire biographique des généraux et amiraux français de la Révolution et de l'Empire (1792-1814)*, G.Saffroy, Paris, 1934.

SOMEL, Selçuk Akşin, *The Modernization of Public Education in the Ottoman Empire, 1839-1908. Islamization, Autocracy and Discipline*, Brill, Leiden/Boston/Colonia, 2001.

SOYDEMİR, Selman, *Osmanlı Donanmasında Yabancı Müşavirlerin Etkileri (18. ve 19. Yüzyıllar)*, tesis del máster sin publicar, Universidad de Estambul, Estambul, 2007.

SUGAR, Peter F. (ed.), *Nationality and Society in Habsburg an Ottoman Empire*, Variorum, Aldershort, 1997.

ŞİŞMAN, Adnan, “Mekteb-i Osmâni (1857-1864)”, *Osmanlı Araştırmaları*, 4 (1984), 83-160.

ŞİŞMAN, Adnan, *Tanzimat döneminde Fransa'ya gönderilen Osmanlı Öğrencileri (1839-1876)*, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara, 2004.

ŞİŞMAN, Adnan, “Yurt Dışında Tahsil Yapan Burslu Ermeni Asıllı Öğrencileri”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4 (2, 2002), 1-30.

TANYERI, Cansever, “Mühendis Ebu'n-Nedret Nuri Efendi'nin Hicaz Demiryolu Hatıraları”, *Tarih İnceleme Dergisi*, 9, 1994, 343-353.

TAYYARZADE ÂTA, *Tarih*, Istanbul, 1874.

TEKELİ, İlhan y İLKİN, Selim, “Mustafa Celaledin Bey'in 'Bir Eyaletin Islah ve İmari Hakkında Mükaleme" Adlı Risalesi ve 19.Yüzyıla Osmanlı İmparatorluğu'nda İmar Kavramının Gelişimi Üzerine Düşünceler", *XI. Türk Tarih Kongresi, Ankara, 5-9 September 1990*, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara, 1994, 1469-1492.

TEKELİ, İlhan y İLKİN, Selim, “Osmanlı İmparatorluğu'nda Ondokuzuncu Yüzyılda Araba Teknolojisinde ve Karayolu Yapımındaki Gelişmeler” in Ekmeleddin İhsanoğlu y Mustafa Kaçar (eds.), *Çağını Yakalayan Osmanlı!*, İRCICA, Estambul, 1995, 395-440.

TEKELİ, İlhan y İLKİN, Selim, “1908 tarihli 'Umur-i Nafia Programı'nın anlamı üzerine”, en Hidayet Y. Nuhoglu (ed.), *Osmanlı Dünyasında Bilim ve Eğitim*, IRCICA, Estambul, 2001, 521-554.

THÉPOT, André (ed.), *L'ingénieur dans la société française*, Éditions Ouvrières, Paris, 1985.

THYS-ŞENOCAK, Lucienne, *Ottoman Women Builders. The Architectural Patronage of Hatice Turhan Sultan*, Ashgate, Aldershot, 2007.

TILLY, Louise A. y SCOTT, Joan W., *Women, Work and Family*, , Holt, Rinehart and Winston, Nueva York, 1978.

TIZLAK, Fahrettin, “Osmanlı Madencilik Hukukunda Yeni Düzenlemeler Dönemi ve 1861 Tarihli Maden Nizamnamesi”, *Türk Dünyası Araştırmaları*, 98, 1995, 76-83.

TOCA OTERO, Ángel, “La formación de técnicos y obreros en la planta de Solvay. El problema de la transferencia de tecnología a través de los ingenieros y su encuentro con la cultura local (1908-

1935)”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 5 (2002), 147-156.

TODOROVA, Maria, *Imagining the Balkans*, Oxford University Press, Oxford/Nueva York, 1997.

TOĞROL, Ergün, *İTÜ İnşaat Fakültesi Cumhuriyetin Ellinci Yıl Kitabı*, İTÜ, Istanbul, 1976.

TOPRAK, Zafer, “From Liberalism to Solidarism: The Ottoman Economic Mind in the Age of the Nation State (1820-1920)”, en Raoul Motika, Christoph Herzog y Michael Ursinus (eds.), *Studies in Ottoman Social and Economic Life*, Heidelberger Orientverlag, Heidelberg, 1999, 171-190.

TRUMPENER, Ulrich, *Germany and the Ottoman Empire, 1914-1918*, University of Princeton Press, Princeton, 1968.

Türk ziraat tarihine bir bakış, Devlet basımevi, Estambul, 1936.

UCELAY-DA CAL, Enric, *El imperialismo catalán. Prat de la Riba, Cambó, D’Ors y la conquista moral de España*, Edhasa, Barcelona, 2003.

ULRICH, Laurel T., *A Midwife’s Tale. The Life of Martha Ballard, Based on her Diary 1785-1812*, Vintage Books, Nueva York, 1991.

ULUÇAY, Çağatay y KARTEKİN, Enver, *Yüksek Mühendis Okulu*, Estambul, 1958.

UZUNÇARŞILI, İsmail Hakkı, *Osmanlı Devleti’nin Merkez ve Bahriye Teşkilatı*, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara, 1984.

VELAMAZÁN, María Ángeles, *La enseñanza de las matemáticas en las academias militares en España en el siglo XIX en Cuadernos de Historia de la Ciencia 7*, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 1994.

VÉRIN, Hélène, *La gloire des ingénieurs. L’intelligence technique du XVIe au XVIIIe siècle*, Albin Michel, París, 1993.

VESSURI, Hebe, “Ciencia, tecnología y desarrollo: una experiencia de apropiación social del conocimiento”, *Interciencia*, 27 (2, 2002), 88-92.

VILLAS TINOCO, Siro, *Historia social de la ciencia, la técnica y la tecnología*, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga, Málaga, 2004.

VINSO FRAGO, Antonio, *Política y educación en los orígenes de la España contemporánea*, Siglo XXI, Madrid, 1982.

VÖRÖS, László, “Methodological and Theoretical Aspects of ‘Social Identities’ Research in Historiography”, en Lud’a Klusáková y Steven G. Ellis (eds.), *Frontiers and Identities. Exploring the Research Area*, Edizioni Plus, Pisa, 2006, 28-33.

WALLACH, Jehuda L., *Anatomie einer Militärhilfe. Die preussisch-deutschen Militärmissionen in der Türkei 1835-1919*, Droste, Düsseldorf, 1976.

WEBER, Max, *Economía y Sociedad. Esbozo de sociología comprensiva*, Fondo de Cultura Económica, Madrid, 2002.

WEISS, John H., *The Making of Technological Man: the Social Origins of French Engineering Education*, MIT, Cambridge Ma, 1982.

WESTNEY, Eleanor, "The Military", Marius B. Jansen y Gilbert Rozman (ed.), *Japan in Transition. From Tokugawa to Meiji*, Princeton University Press, Princeton, 1986, 168-194.

WILKINSON, R. H., "The Gentleman Ideal and the Maintenance of a Political Elite, Two Case Studies: Confucian Education in the Tang, Sung, Ming and Ching Dynasties and the Late Victorian Public Schools, 1879-1914", en P. W. Musgrave (ed.), *Sociology, History and Education*, Methuen, Londres, 1970.

YAPP, Malcolm E., "The Modernization of Middle Eastern Armies in the Nineteenth Century: a Comparative View", en Vernon J. Parry y Malcolm E. Yapp (eds.), *War, Technology and Society in the Middle East*, Oxford University Press, Londres, 1975, 351-352.

YERASIMOS, Stéphane, *Hommes et idées dans l'espace ottoman*, Analecta Isisiana XXIX, Les Éditions Isis, Estambul, 1997.

YERASIMOS, Stéphane, "Le Turc à Vienne ou le regard inversé", en Stéphane Yerasimos, *Hommes et idées dans l'espace ottoman*, Analecta Isisiana XXIX, Les Éditions Isis, Istanbul, 1997, 87-96.

YERASIMOS, Stéphane, "Occidentalisation de l'espace urbain: Istanbul 1839-1871", en Daniel Panzac (ed.), *Les Villes dans l'Empire Ottoman: Activités et Sociétés*, vol.1, CNRS, Marsella/Paris, 1991, 97-119.

YILDIRIM, Halil y ÖĞRETEN, Ahmet, "1876-1908 döneminde Ereğli Kömür havzasında uygulanan madencilik teşvikleri ve sonuçları", *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2, (7, 2009), 323-344.

YORULMAZ, Naci, *Ottoman Empire and Germany (1871-1908): Military-economic relationship. Trade Activities of German Armaments Industry in the Ottoman Market*, Free University, Berlin, 1-19.

ZÜRCHER, Erik Jan, "Young Turks, Ottoman Muslims and Turkish Nationalists: Identity Politics 1908-1938", en Kemal H. Karpat (ed.), *Ottoman Past and Today's Turkey*, Breill, Leiden/Boston/Colonia, 2000, 150-179.

ANEXO

Sultanes del Imperio Otomano y Reyes de España (1770 - 1914)

Imperio Otomano

Mustafa III (1757-1774)
 Abdülhamid I (1774-1789)
 Selim III (1789-1807)
 Mustafa IV (1807-1808)
 Mahmud II (1808-1839)
 Abdülmecid I (1839-1861)
 Abdülaziz I (1861-1876)
 Murad V (1876)
 Abdülhamid II (1876-1909)
 Mehmed V (1909-1918)

España

Carlos III (1759-1788)
 Carlos IV (1788-1808)
 Fernando VII (1808)
 José I (1808-1813)
 Fernando VII (1813-1833)
 Isabel II (1833-1868)
 Amadeo I (1870-1873)
 Alfonso XII (1874-1885)
 Alfonso XIII (1886-1931)

Sultanes del Imperio Otomano y Reyes de España (1770 - 1914)			
Imperio Otomano		España	
Mustafa III	1757-1774	Carlos III	1759-1788
Abdülhamid I	1774-1789		
Selim III	1789-1807	Carlos IV	1788-1808
Mustafa IV	1807-1808	Fernando VII	1808
Mahmud II	1808-1839	José I	1808-1813
		Fernando VII	1813-1833
Abdülmecid I	1839-1861	Isabel II	1833-1868
Abdülaziz I	1861-1876	Amadeo I	1870-1873
Murad V	1876	Alfonso XII	1874-1885
Abdülhamid II	1876-1909	Alfonso XIII	1886-1931
Mehmed V	1909-1918		